

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

ΘΕΜΑ:

**Επίδραση της δόσης άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή αυτόριζων
και εμβολιασμένων φυτών υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας.**



Μεταπτυχιακή Διατριβή
Κωστούλα Σταυρούλα

ΒΟΛΟΣ 2008

«Επίδραση της δόσης άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή αυτόριζων και εμβολιασμένων φυτών υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας»

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Ιμπραχίμ- Αβραάμ Χα

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Ιμπραχίμ- Αβραάμ Χα Αναπληρωτής Καθηγητής
*Εργαστήριο Σποροπαραγωγής και Τεχνολογίας
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος*

2. Κωνσταντίνος Κίττας Καθηγητής
*Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος*

3. Αθανάσιος Μαυρομάτης Επίκουρος Καθηγητής
*Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους που συντέλεσαν ουσιαστικά σε αυτή την προσπάθεια.

Τον κ. Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα, που υπήρξε και επιβλέπων καθηγητής μου, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα στα πλαίσια της μεταπτυχιακής μου διατριβής και για την βοήθεια και την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων.

Τον κ. Κωνσταντίνο Κίττα και τον κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη για την συμμετοχή τους στην Τριμελή Συμβουλευτική Επιτροπή και για τις πολύτιμες επισημάνσεις τους κατά τη διόρθωση του κειμένου.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κωνσταντίνο Κίττα για την παραχώρηση του θερμοκηπίου, για την παραγματοποίηση του πειράματος, και του εργαστηριακού εξοπλισμού, καθώς και για την υποστήριξη και εκτίμηση που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη για τη συμπαράσταση, την εμπιστοσύνη και εκτίμηση που μου έδειξε σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τους καθηγητές της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο και κα. Ανθούλα Δημήτρου για την παραχώρηση εργαστηριακού εξοπλισμού κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Χρήστο Λύκα, το Λέκτορα Νικόλαο Κατσούλα και τον υποψήφιο διδάκτορα Γεώργιο Δημόκα για την πολύτιμη βοήθεια τους τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της μεταπτυχιακής διατριβής.

Καρά τη διάρκεια των σπουδών μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα έλαβα την υποτροφία με τίτλο «ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ» από το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών. Η υποτροφία που μου παρείχε το ΙΚΥ με βοήθησε να αντεπεξέλθω στις οικονομικές υποχρεώσεις κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μου και για το λόγο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών.

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω και τους φίλους και συμφοιτητές μου, με τους οποίους μοιράστηκα το άγχος και τις ανησυχίες μου καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών, Ανέστη Τζανίδη, Ανθούλα Σπανού και Χρύσα Μανωλαράκη. Ευχαριστώ επίσης την κα Μίνα Πανάγου για την αγάπη της και τη συμπαράστασή της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη στήριξη και συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Συγκεκριμένα τη μητέρα μου για την επιμονή της να πραγματοποιήσω τις μεταπτυχιακές σπουδές και φυσικά τον πατέρα μου για την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη διάρκεια του πειράματος. Επιπλέον ευχαριστώ πολύ τον αδερφό μου, Κωνσταντίνο, για τον κόπο και το χρόνο που αφιέρωσε για να με βοηθήσει.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT.....	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Καλλιέργεια τομάτας.....	10
1.1.1 Γενικά.....	10
1.1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	12
1.1.3 Θρεπτική αξία.....	14
1.1.4 Γενετική Βελτίωση	15
1.1.5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά	17
1.1.6 Εχθροί, ασθένειες και φυτοπροστασία.....	19
1.1.7 Φυσιολογικές ανωμαλίες	23
1.2 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ	24
1.2.1 Γενικά.....	24
1.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής του εμβολιασμού	27
1.2.3 Τεχνική του εμβολιασμού	29
1.2.4 Φυσιολογία εμβολιασμού.....	34
1.2.5 Εμβολιασμός και καλλιέργεια τομάτας.....	35
1.3 Υδροπονία	36
1.3.1 Πλεονεκτήματα Υδροπονικής Καλλιέργειας	37
1.3.2 Συστήματα και υποστρώματα.....	37
1.3.2.1 Συστήματα χωρίς υπόστρωμα.....	38
1.3.2.2 Συστήματα με υπόστρωμα.....	38
1.3.3 Χαρακτηριστικά υδροπονικών συστημάτων.....	40
1.3.4 Άρδευση στα υδροπονικά συστήματα.....	41
1.3.5 Ποσότητα νερού	43
1.3.6 Ποιότητα του νερού	44
1.3.7 Απορροή	46
1.4. Σκοπός της εργασίας.....	47
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	48
2.1. Το θερμοκήπιο	49
2.1.1. Αερισμός.....	49

2.1.2. Θέρμανση	49
2.2. Καλλιέργεια	50
2.2.1. Υπόστρωμα	50
2.2.2. Άρδευση- Λίπανση.....	50
2.2.3. Εγκατάσταση της καλλιέργειας και καλλιεργητικές επεμβάσεις	52
2.3. Κλιματικές Μετρήσεις	56
2.4. Βιολογικές Μετρήσεις	56
2.4.1. Καταστροφικές μετρήσεις καρπών	56
2.4.2. Καταστροφικές μετρήσεις ολόκληρου του φυτού	57
2.4.3. Απομάκρυνση των φύλλων.....	57
2.5. Μετρήσεις ανάπτυξης.....	58
2.5.1. Ολόκληρου του φυτού	58
2.5.2. Φύλλων.....	58
2.6. Ποιοτικά χαρακτηριστικά	59
2.7 Στατιστική ανάλυση	61
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	62
3.1. Κλιματικές παράμετροι.....	63
3.2 Ανάπτυξη φυτών τομάτας	65
3.3. Παραγωγή βιομάζας	82
3.4. Παραγωγή καρπών	96
3.5. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών	98
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	105
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	114
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	118

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας (*Lycopersicum esculentum*) μελετήθηκε η επίδραση του εμβολιασμού και της άρδευσης σε διάφορα αγρονομικά χαρακτηριστικά της τομάτας. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν υβρίδια τομάτας της ποικιλίας BELLADONNA σε τρεις συνδυασμούς: αυτόριζα, εμβολιασμένα πάνω σε υποκείμενα των ποικιλιών τομάτας YEDI και KING KONG. Η άρδευση αρχικά γινόταν σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, αλλά η διάρκεια ήταν συνολικά η ίδια και για τις δύο μεταχειρίσεις (30 λεπτά). Συγκεκριμένα στη μεταχείριση 1 γίνονταν τέσσερα ποτίσματα την ημέρα, διάρκειας 7,5 λεπτών το καθένα και στη μεταχείριση 2 γίνονταν συνολικά έξι ποτίσματα από 5 λεπτά το καθένα. Μετά από 45 ημέρες από τη μεταφύτευση ο προγραμματισμός της άρδευσης βασίστηκε στην εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας και στην ηλιακή ακτινοβολία εκτός του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα γινόταν όταν η συνολική ηλιακή ακτινοβολία εκτός του θερμοκηπίου ήταν 3430, 2144, 1715 J/m² (για Kc =0,5, 0,8 και 1 αντίστοιχα) (χαμηλή συχνότητα άρδευσης – Μεταχείριση 1) και 3105, 1940, 1555 J/m² (για Kc =0,5, 0,8 και 1 αντίστοιχα) (υψηλή συχνότητα άρδευσης – Μεταχείριση 2). Η ποσότητα του νερού που εφαρμοζόταν ήταν 0,45mm και 0,3 mm για τη χαμηλή (Μεταχείριση 1) και υψηλή συχνότητα άρδευσης (Μεταχείριση 2) αντίστοιχα. Από την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψε ότι τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA είχαν το μεγαλύτερο ύψος και αριθμό φύλλων. Παρουσίασαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης σε αρκετά χαρακτηριστικά. Τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI εμφάνισαν τη μεγαλύτερη συνολική ξηρή βιομάζα και φυλλική επιφάνεια, αλλά στην τελευταία μέτρηση μεγαλύτερη συνολική ξηρή βιομάζα είχαν τα αυτόριζα φυτά. Η μεγαλύτερη παραγωγή προέκυψε από τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG, αλλά τα αυτόριζα δεν παρουσίασαν διαφορές στην παραγωγή σε σχέση με τις μεταχειρίσεις της άρδευσης. Στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών γενικά δεν υπήρξαν διαφορές, εκτός από τη συγκέντρωση λυκοπενίου στα αυτόριζα φυτά, που ήταν η μεγαλύτερη (3,61 mg/100g N.B.). Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης στα εμβολιασμένα φυτά του υποκειμένου KING KONG (5,2% και 3,5%). Ως προς την περιεκτικότητα σε ανόργανα στοιχεία (Fe, Cu, Zn, Ca) διαφορές παρουσίασαν μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG.

ABSTRACT

The effect of vaccination and irrigation in various characteristics of tomato were studied in hydroponic tomato crop (*Lycopersicum esculentum*). For this aspect, tomato hybrids (cv. BELLADONNA) were used in three combinations: self-rooted, grafted on YEDI and KING KONG tomato rootstocks. The irrigation initially was done in concrete hours of day, but the duration was the same for both treatments. Concretely there were four waterings per day with duration 7,5 minutes each one in treatment 1, and in treatment 2 six waterings were done that lasted 5 minutes each one. After 45 days after transplanting the plan of irrigation was based on culture's transpiration and on the solar radiation outside the greenhouse. Irrigation took place when the total solar radiation was 3430, 2144, 1715 J/m² (for $K_c = 0,5, 0,8$ and 1 respectively) (low irrigation frequency - Treatment 1) and 3105, 1940, 1555 J/m² (for $K_c = 0,5, 0,8$ and 1 respectively) (high irrigation frequency - Treatment 2). The quantity of water that was applied was 0,45mm and 0,3 mm for low (Treatment 1) and high irrigation frequency (Treatment 2) respectively. The results are : self-rooted plants BELLADONNA had the bigger height and number of leaves. They regularly presented differences between the treatments of irrigation in many characteristics. The grafted plants on the rootstock YEDI had the highest total dry biomass and leaf area, but in the last measurement the self-rooted plants had the highest total dry biomass. The biggest production resulted from the grafted plants on rootstock KING KONG, but the self-rooted plants did not present differences in the production between the treatments of irrigation. Generally there were no differences on the qualitative characteristics of fruits, apart from the concentration of lycopene in self-rooted plants, that was the highest (3,61 mg/100g F.W.), and the content of BRIX in the grafted plants of rootstock KING KONG, that had differences between the treatments of irrigation (5,2% and 3,5%). As for the content in inorganic elements differences appeared in grafted plants on KING KONG rootstock between the treatments of irrigation.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Καλλιέργεια τομάτας

1.1.1 Γενικά

Η τομάτα (*Lycopersicum esculentum* Mill.) ανήκει στην οικογένεια *Solanaceae*, στην οποία περιλαμβάνονται φυτά ετήσια, διετή ή πολυετή, θαμνώδη ή δενδρώδη, ορθόκλαδα ή αναρριχώμενα (Βαρδαβάκης, 1993). Στο διπλοειδές επίπεδο έχει αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=24$, όπως όλα τα είδη του γένους *Lycopersicum*. Στην ίδια οικογένεια επίσης ανήκουν η μελιτζάνα (*Solanum melongena* L.), η πατάτα (*Solanum tuberosum* L.), η πιπεριά (*Capsicum annuum* L.) καθώς και ο καπνός (*Nicotiana tabacum* L.).

Η τομάτα πιστεύεται ότι καλλιεργήθηκε αρχικά στο Μεξικό από του Ατζέκους και στα μέσα του 16^{ου} αιώνα η καλλιέργεια εισήχθη στην Ευρώπη από τους Ισπανούς. Ως κέντρο καταγωγής της τομάτας, δηλαδή τόπος με την υψηλότερη παραλλακτικότητα της καλλιέργειας, θεωρείται κατά τον Vavilov η οροσειρά των Άνδεων, στο σημερινό Περού, όπου οχτώ άγρια είδη του γένους της τομάτας συνεχίζουν ακόμη να φύονται εκεί.

Η διάδοσή της στις διάφορες περιοχές της γης ήταν σχετικά βραδεία, δεδομένου ότι αρχικά ο καρπός της θεωρείτο τοξικός γιατί είναι συγγενής με ορισμένα φυτά (π.χ. τα *Mandragora officinarum* και *Atropa belladonna*) που περιέχουν δηλητηριώδεις, ναρκωτικές ή καθαρτικές ουσίες. Όμως από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα η καλλιέργεια της τομάτας διαδόθηκε σε διάφορες χώρες με ταχύ ρυθμό. Στην Ελλάδα, η καλλιέργειά της φαίνεται ότι άρχισε από το 1918, αλλά η ραγδαία επέκτασή της παρατηρήθηκε μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο (Ντόγρας 2001).

Αν και η καλλιέργεια της τομάτας ξεκίνησε διστακτικά, σήμερα έχει καταλάβει δεσπόζουσα θέση μεταξύ των λαχανικών αφού καλλιεργείται σε 32.416.000 στρέμματα και δίνει παραγωγή περίπου 89.985.000 μετρικούς τόνους παγκοσμίως (FAO, Production Yearbook, 1998). Η παραγωγή στην Ευρώπη (2η παγκοσμίως σε συνολική παραγωγή) ανέρχεται στους 18.845×10^3 τόνους, από μία έκταση 6.557×10^3 στρεμμάτων και αντιστοιχεί στο 20,9% της παγκόσμιας παραγωγής. Στη χώρα μας η συνολική παραγωγή φτάνει τους 2.013×10^3 τόνους (3η παγκοσμίως σε συνολική παραγωγή), η καλλιεργούμενη έκταση ανέρχεται στα 356×10^3 στρέμματα και η μέση στρεμματική απόδοση τους 5,7 τον./στρ. Όλες οι παραπάνω τιμές περιλαμβάνουν την καλλιέργεια υπαίθριας τομάτας (νωπή και βιομηχανική) και την καλλιέργεια υπό κάλυψη. Τα στατιστικά στοιχεία που αναφέρονται στην παραγωγή της καλλιέργειας τομάτας παγκοσμίως παρουσιάζονται στον

Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Παραγωγή τομάτας σε παγκόσμια κλίμακα κατά το έτος 2004 (Πηγή FAO)

Κυριότερες Χώρες	Παραγωγή (Μετρικοί Τόνοι)
1. Κίνα	30.000.000
2. Η.Π.Α.	12.400.000
3. Τουρκία	8.000.000
4. Ινδία	7.600.000
5. Αίγυπτος	6.780.000
6. Ιταλία	6.500.000
7. Ισπανία	3.900.000
8. Βραζιλία	3.394.677
9. Ιράν	3.150.000
10. Μεξικό	2.148.130
11. Ρωσία	2.090.000
12. Ελλάδα	1.800.000
13. Χιλή	1.300.000
14. Πορτογαλία	1.100.000
15. Ουζμπεκιστάν	1.100.000

Στην Ελλάδα η συνολική έκταση που καλλιεργείται με τομάτα για νωπή κατανάλωση έρχεται δεύτερη μετά την έκταση για πατάτα, όμως σε αξία προϊόντος έρχεται πρώτη. Βέβαια ένα μεγάλο μέρος της έκτασης αυτής (53,8% το 1997) καλλιεργείται με τομάτες που προορίζονται για μεταποίηση, το 39,8% είναι υπαίθρια καλλιέργεια για νωπή κατανάλωση και το 6,4% της έκτασης είναι η καλλιέργεια στα θερμοκήπια ή σε χαμηλά σκέπαστρα. Όσον αφορά στην κατανομή των περιοχών καλλιέργειας ανά την Ελλάδα το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπίων που καλλιεργούνται με τομάτα βρίσκεται στην Κρήτη 43,3%, δεύτερη έρχεται η Πελοπόννησος και η Δ. Στερεά με ποσοστό 23,23% και τρίτη η Δ. και Κ. Μακεδονία με ποσοστό 15,85%.

1.1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η τομάτα είναι πολυετές φυτό, όταν αναπτύσσεται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές, όπου η θερμοκρασία του αέρα δεν μειώνεται κάτω από τους 5-6°C. Πάντως σε όλες τις περιοχές της γης, η τομάτα καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό, γιατί στις μεν εύκρατες περιοχές το φυτό δεν αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες των ψυχρών εποχών, ενώ στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές η παραγωγικότητα των πολυετών καλλιεργειών τομάτας είναι ασύμφορη για εμπορική εκμετάλλευση λόγω εκτεταμένων προσβολών από ασθένειες (Ντόγρας, 2001).

Ριζικό σύστημα

Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια όταν ο σπόρος φυτεύεται απ' ευθείας στη μόνιμη θέση. Επειδή όμως, κατά κανόνα, στην καλλιέργεια του θερμοκηπίου η τομάτα μεταφυτεύεται, η κεντρική ρίζα καταστρέφεται και το φυτό αρχίζει να παράγει με ευκολία πολλές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες, γεγονός που θεωρείται πλεονέκτημα, γιατί διευκολύνει τη μεταφύτευση του φυτού ακόμη και με γυμνή ρίζα (Ολύμπιος, 2001).

Βλαστός

Ο βλαστός στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξής του είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης και μαλακός, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός και αποκτά μηχανική αντοχή, χωρίς να ξυλοποιείται. Η ανάπτυξη του βλαστού, όσον αφορά στο μήκος, καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες και διακρίνονται ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη (indeterminate) ή με καθορισμένου μήκους ανάπτυξη (determinate) βλαστών (Ολύμπιος, 2001).

Φύλλα

Τα φύλλα εμφανίζονται πάνω στον βλαστό σε ελικοειδή διάταξη, είναι σύνθετα και αποτελούνται από 7, 9, ή και 11 φυλλάρια. Η επάνω επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα λαμπερό βαθύ πράσινο και η κάτω ελαιώδες ανοικτό πράσινο (Ολύμπιος, 2001). Στην επιφάνειά τους όπως και στους βλαστούς υπάρχουν αδενώδεις τρίχες, οι οποίες όταν θραυτούν αναδίδουν τη χαρακτηριστική οσμή του φυτού. Ο αριθμός των ζευγών των φυλλαρίων σε κάθε σύνθετο φύλλο καθώς και το μέγεθος των φύλλων (μήκος-πλάτος) είναι χαρακτηριστικό της κάθε ποικιλίας, αλλά επιπλέον επηρεάζεται από τις

εδαφοκλιματικές συνθήκες καθώς και τις πρακτικές καλλιέργειας. Το μέγεθος των φύλλων συνήθως καθορίζει τις αποστάσεις φύτευσης των φυτών στο θερμοκήπιο (Ντόγρας, 2001).

Άνθη

Το άνθος της τομάτας είναι ερμαφρόδιτο, υπόγυνο και συνήθως έχει έξι σέπαλα και έξι πέταλα. Οι στήμονες (5 ή περισσότεροι) είναι ενωμένοι στη βάση τους με τη στεφάνη και ταυτόχρονα ενωμένοι κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν έναν κώνο γύρω από τον στύλο, ο οποίος είναι συνήθως πιο κοντός, και εγκλωβισμένος από τους ανθήρες. Ο ύπερος αποτελείται από πολύχωρη ωοθήκη με πολλά ωάρια και από βραχύ ή μακρύ στύλο.

Η κατασκευή του άνθους εξασφαλίζει την αυτεπικονιάσή του. Σε σπάνιες περιπτώσεις γίνεται σταυρογονιμοποίηση (5%) με έντομα, με συνέπεια την διασταύρωση των ποικιλιών. Τα άνθη φέρονται σε ταξιανθίες «κύματος» με 4-12 άνθη, από τα οποία τελικά προκύπτουν μόνο 2-8 καρποί. Οι ταξιανθίες σχηματίζονται μεταξύ των δυο γονάτων στους βλαστικούς άξονες όλων των τύπων ποικιλιών καθώς και στην κορυφή των βλαστών των «αυτοκορυφολογούμενων» ποικιλιών. Η πρώτη ταξιανθία σχηματίζεται μετά τον 3^ο ως τον 5^ο κόμβο και οι επόμενες ακολουθούν κάθε 2-3 κόμβους (Ντόγρας, 2001).

Καρπός

Ο καρπός της τομάτας είναι ράγα, με χονδρό σαρκώδες περικάρπιο, λεπτή επιδερμίδα χωρίς στομάτια, με κηρώδη εφυμενίδα και σχήμα που διαφοροποιείται ανάλογα με την ποικιλία. Το χρώμα του καρπού μπορεί να είναι κόκκινο, ρόδινο ή κίτρινο. Η απόχρωση οφείλεται σε δυο χρωστικές, την καροτίνη (κίτρινη) και το λυκοπένιο (κόκκινη), ενώ η έντασή του επηρεάζεται από τη σχέση των χρωστικών αυτών καθώς και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος του καρπού είναι 18-25°C (Ντόγρας, 2001).

Ο καρπός της τομάτας είναι κλιμακτηρικός, έτσι η ωρίμανση πραγματοποιείται με την αύξηση τόσο της αναπνοής όσο και της παραγωγής του αιθυλενίου. Το αιθυλένιο παίζει έναν σημαντικό ρόλο τόσο στην έναρξη πρώιμων βιοχημικών διαδικασιών της ωρίμανσης όσο και στην ολοκλήρωση των επόμενων αλλαγών (Madhavi and Salunkhe, 1998).

1.1.3 Θρεπτική αξία

Η τομάτα έχει εκτιμηθεί πολύ από τότε που ανακαλύφθηκε ότι το λυκοπένιο, η κόκκινη χρωστική ουσία που περιέχει, έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Το λυκοπένιο έχει αποδειχθεί ότι έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση και παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τέτοιου είδους δράση από όλα τα αντιοξειδωτικά των τροφών μας (Kushad et al., 2003).

Οι κύριες χρωστικές στην τομάτα είναι τα καροτενοειδή, που αποτελούνται από 60-64% λυκοπένιο και 10-15% καροτένια (Clinton, 1998). Οι κερασόμορφες τομάτες περιέχουν περισσότερες ποσότητες καροτενοειδών από τις κανονικές (Leonardi et al., 2000). Οι επεξεργασμένες τομάτες (σάλτσα, πάστα, χυμός και ketchup) περιέχουν 2-40 φορές υψηλότερη περιεκτικότητα σε λυκοπένιο από ότι οι νωπές τομάτες (Gerster, 1997; Clinton, 1998).

Η τομάτα περιέχει σημαντική ποσότητα α-, β-, γ- και δ- καροτένιου από 0,6-2,0 mg/kg, συνεισφέροντας προβιταμίνη Α και βιταμίνη Α στην διατροφή του ανθρώπου. Οι καρποί τομάτας είναι μια εξαιρετική πηγή ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C), φτάνοντας το επίπεδο των 200 mg/kg (Tonucci et al., 1995; Abushita et al., 2000; Leonardi et al., 2000).

Η ποιότητα του καρπού και κατ' επέκταση η θρεπτική του αξία εξαρτάται από το στάδιο ωρίμανσης που βρίσκεται αυτός κατά την συγκομιδή, δεδομένου ότι όσο ο καρπός βρίσκεται πάνω στο φυτό «συσσωρεύει» σάκχαρα, οξέα, βιταμίνη C και λοιπές θρεπτικές ουσίες, γι' αυτό και ο καρπός που φτάνει στο τελικό στάδιο ωρίμανσης επί του φυτού υπερτερεί σε ποιότητα από τους καρπούς που συγκομίζονται νωρίτερα και ωριμάζουν μακριά από το φυτό (Ντόγρας, 2001). Η περιεκτικότητα των καρπών σε θρεπτικές ουσίες παρουσιάζεται στον **Πίνακα 2**.

Τέλος, από αρκετές εργασίες έχει βρεθεί ότι η λήψη της τομάτας και των προϊόντων της ως τροφή συνδέεται με μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης διάφορων μορφών καρκίνου (Kushad et al., 2003). Η κατανάλωση τομάτας ακόμα συνδέεται με τη μείωση καρδιαγγειακών παθήσεων, πιθανόν μειώνοντας την οξείδωση ή αναστέλλοντας τη σύνθεση ή ακόμη και ενισχύοντας τη διάσπαση των χαμηλής-πυκνότητας λιποπρωτεϊνών (Arab and Steck, 2000).

Πίνακας 2: Περιεκτικότητα τομάτας σε θρεπτικές ουσίες (ανά 100 g νωπού καρπού)

	<i>Lycopersicum esculentum</i> (καλλιεργούμενες ποικιλίες)	<i>Lycopersicum esculentum</i> (var. <i>Cerasiforme</i>)	
Πηγές	Madhavi et al., 1998	Ντόγρας, 2001	
Νερό (g)	94,7	93,5	93,2
Ενέργεια (Kcal)	56	22	22
Υδατάνθρακες (g)	1,9	4,75	4,9
Λίπη (g)	0,1	0,2	0,2
Πρωτεΐνες (g)	1,0	1,05	1,0
Ίνες (g)	1,6	0,55	0,4
Βιταμίνη A (Δ.Μ.)*	1000	900	2000
Θειαμίνη (mg)	0,04	0,06	0,05
Ριβοφλαβίνη (mg)	0,02	0,04	0,04
Νιασίνη (mg)	0,7	0,7	-
Βιταμίνη C	18	25	50
Ca (mg)	8	12	29
P (mg)	-	26	62
Na (mg)	6	3	-
K (mg)	200	244	-
Mg (mg)	10	15	-
Fe (mg)	0,3	0,5	1,7
*1 Δ.Μ. = 0,3 μg			

1.1.4 Γενετική Βελτίωση

Σήμερα η καλλιέργεια της τομάτας εκτείνεται από τις τροπικές περιοχές μέχρι και μερικές μοίρες από τον αρκτικό κύκλο, καθώς ποικιλίες της έχουν εγκλιματιστεί σε ένα μεγάλο εύρος τύπων εδάφους και κλίματος.

Όλα τα είδη του γένους *Lycopersicon* έχουν τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων ($2n = 24$) και πολύ σπάνια έχουν αναφερθεί περιπτώσεις αυτοπολυπλοειδίας. Το *Lycopersicon esculentum* και οι στενοί συγγενείς, είναι γενικά αυτογονιμοποιούμενα είδη. Αντίθετα τα

άλλα είδη του γένους *Lycopersicon* είναι αυτόστειρα, και επομένως σταυρογονιμοποιούνται πλήρως με διάφορα είδη μελισσών.

Η τομάτα *Lycopersicon esculentum* μπορεί να διασταυρωθεί με μικρή ή μεγάλη δυσκολία, με όλα τα άλλα είδη του γένους και να δημιουργήσει υβρίδια. Η διαδικασία αυτή έχει χρησιμοποιηθεί και χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση τα τελευταία 50 χρόνια, με αποτέλεσμα αρκετά επιθυμητά χαρακτηριστικά (γονίδια), να έχουν μεταφερθεί και ενσωματωθεί στις καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβρίδια.

Η εφαρμογή μοντέρνων μεθόδων γενετικής βελτίωσης, είχε σαν αποτέλεσμα τη διασταύρωση και επιλογή εκατοντάδων ποικιλιών και υβριδίων, κατάλληλων για ποικίλες συνθήκες (τροπικές, υποτροπικές, ψυχρές) και σκοπούς (νωπή κατανάλωση, μεταποίηση, για καλλιέργεια στην ύπαιθρο, στα θερμοκήπια κ.λπ.). Λόγω μάλιστα του μεγάλου αριθμού ποικιλιών και υβριδίων που παράγονται σε σύντομο διάστημα, η αντικατάσταση ποικιλιών και υβριδίων με νέα, γίνεται με γρήγορο ρυθμό. Οι πιο σημαντικές επιτυχίες που επιτεύχθηκαν με τη γενετική βελτίωση στην τομάτα είναι:

- 1) αύξηση της παραγωγής με αύξηση του μεγέθους του καρπού,
- 2) βελτίωση της ποιότητας, σχήμα, χρώμα, άρωμα, υφή, ομοιομορφία σε όλα τα χαρακτηριστικά,
- 3) οι συνήθειες του φυτού για διευκόλυνση των καλλιεργητικών περιποιήσεων και συγκομιδής. Σημαντικό γεγονός αποτελεί η ανακάλυψη γενετικά ελεγχόμενης ανάπτυξης,
- 4) βελτίωση της αντοχής του καρπού στις μεταχειρίσεις και στην αποθήκευση,
- 5) πρωιμότητα στην παραγωγή,
- 6) δυνατότητα καρπόδεσης σε αντίξοες συνθήκες,
- 7) αντοχή στους εχθρούς και ασθένειες,
- 8) δημιουργία υβριδίων των οποίων οι καρποί έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής μετά τη συγκομιδή (Long life ή semi long life).

Η καλλιέργεια των υβριδίων αυτών στο θερμοκήπιο έχει επεκταθεί σημαντικά σε πολλές χώρες της Μεσογείου, γιατί διευκολύνεται η μεταφορά των καρπών, χωρίς προβλήματα, σε αγορές που βρίσκονται σε μακρινές αποστάσεις. Η μεγάλη διάρκεια ζωής έχει εξασφαλιστεί με την ενσωμάτωση στις καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβρίδια γονιδίων ανωριμότητας (non ripening genes). Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η ποιότητα των παραγόμενων καρπών, ενώ έχει άριστα χαρακτηριστικά όσον αφορά το σχήμα, το χρώμα, τη συνεκτικότητα και την ομοιομορφία, εν τούτοις, υστερεί όσον αφορά τη γεύση, το άρωμα και γενικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, (Ολύμπιος, 2001).

Επίσης έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες με σκοπό τη δημιουργία ποικιλιών με βελτιωμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως η αύξηση της περιεκτικότητας του καρπού σε στερεά, η τροποποίηση της περιεκτικότητας του καρπού σε οξέα, η βελτίωση του χρώματος και των συστατικών του αρώματος.

Γενικά οι προσπάθειες των γενετιστών για υψηλότερη περιεκτικότητα των καρπών σε στερεά δεν ήταν επιτυχείς εξαιτίας της αρνητικής σχέσης μεταξύ απόδοσης και περιεκτικότητας σε στερεά. Η επιτυχημένη επιλογή γονιδίων για υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά είναι δύσκολη λόγω της επίδρασης του περιβάλλοντος. Η ευπάθεια σε διάφορα παθογόνα η οποία επηρεάζει την πρόσληψη νερού από τα φυτά μπορεί να έχει πολύ μεγαλύτερη επίδραση στα στερεά απ' ό,τι ο γενότυπος. Επίσης η άρδευση, η δομή του εδάφους, η ανθεκτικότητα σε παθογόνα κ.α. μπορεί να έχουν μεγάλες επιδράσεις στην περιεκτικότητα σε στερεά. Θεωρείται σημαντική η κατανόηση των φυσιολογικών παραγόντων οι οποίοι επιδρούν στην περιεκτικότητα του καρπού σε στερεά, (Stevens et al., 1986).

1.1.5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Χρώμα

Το χρώμα είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό χαρακτηριστικό ποιότητας για την τομάτα. Το χρώμα της κόκκινης τομάτας καθορίζεται κυρίως από την περιεκτικότητά της σε λυκοπένιο. Η β-καροτίνη είναι ένα άλλο κύριο καροτενοειδές της κόκκινης τομάτας και αποτελεί σημαντικό παράγοντα για το χρώμα της τομάτας υπό κατάλληλες συνθήκες.

Το χρώμα είναι ένας δείκτης ωρίμανσης της τομάτας γι' αυτό και έχουν αναπτυχθεί διάφορες υποκειμενικές κλίμακες εκτίμησης και χρωματικοί χάρτες για την ταξινόμηση των σταδίων ωριμότητας. Αντικειμενικές μέθοδοι για την εκτίμηση του χρώματος των τοματών περιλαμβάνουν μέτρηση του συντελεστή ανάκλασης φωτός και τεχνικές μετάδοσης φωτός (Σφακιωτάκης, 1995).

Η συγκέντρωση του λυκοπενίου στον καρπό της τομάτας μπορεί να εξαρτάται από τη γενετική σύσταση αλλά και οι παράγοντες του περιβάλλοντος και οι καλλιεργητικές τεχνικές έχουν κάποια επίδραση στην περιεκτικότητα λυκοπενίου των καρπών. Από επιστημονικές αναφορές φαίνεται ότι θερμοκρασίες κάτω από 12°C μειώνουν πολύ την βιοσύνθεση του λυκοπενίου και θερμοκρασίες πάνω από 32°C την σταματούν (Dumas et

al., 2002). Έχει βρεθεί ότι το άριστο επίπεδο θερμοκρασίας για τη μέγιστη σύνθεση χρώματος κυμαίνεται γύρω στους 21-22°C (Ολύμπιος, 2001).

Όσον αφορά στις συνθήκες φωτός, το λυκοπένιο σχηματίζεται και με την επίδραση του διάχυτου φωτός υπό σκιά, ενώ η καροτίνη για να σχηματιστεί χρειάζεται απαραίτητα την άμεση ακτινοβολία (Ολύμπιος, 2001). Η περιεκτικότητα λυκοπένιου αυξάνεται απότομα κατά την περίοδο της ωρίμανσης και μπορεί να επηρεάζεται από τους φυτικούς ρυθμιστές ανάπτυξης (Dumas et al., 2002).

Βιταμίνη C

Η βιταμίνη C ή ασκορβικό οξύ περιέχεται σε σημαντικές ποσότητες στην τομάτα και αποτελεί την βιταμίνη με το μεγαλύτερο ποσοστό περιεκτικότητας στην τομάτα. Η μέση περιεκτικότητά της είναι 25mg/100g νωπού καρπού. Υπάρχει μεγάλο εύρος στην περιεκτικότητα της βιταμίνης C ανάμεσα στις καλλιέργειες τομάτας και ανάμεσα στα διαφορετικά είδη. Προσπάθειες γίνονται για την ανάπτυξη ποικιλιών με υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη C με τη βοήθεια της γενετικής. Οι τομάτες που προέρχονται από υπαίθρια καλλιέργεια περιέχουν μεγαλύτερα ποσά βιταμίνης C από αυτές που προέρχονται από θερμοκηπιακή καλλιέργεια (Madhavi and Salunkhe, 1998).

Σκληρότητα- συνεκτικότητα της σάρκας

Η σκληρότητα σχετίζεται στενά με το στάδιο ωριμότητας του καρπού. Έχει ιδιαίτερη σημασία όταν οι τομάτες προορίζονται για νωπή κατανάλωση μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις. Οι περισσότεροι καταναλωτές προτιμούν σκληρές τομάτες, που δεν χάνουν τον χυμό τους όταν κόβονται, και οι οποίες δεν έχουν σκληρή επιδερμίδα. Η ποιότητα της υφής της τομάτας επηρεάζεται από την ανθεκτικότητα της επιδερμίδας, τη σταθερότητα της σάρκας και την εσωτερική δομή του καρπού. Η παραγωγή του ενζύμου πολυγαλακτουνοράση παίζει σημαντικό ρόλο στην αλλαγή της υφής κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης. Σημαντικό, ακόμα, ρόλο στη σκληρότητα του καρπού παίζουν και οι πρωτοπεκτίνες, ένζυμα με αργή δράση που διαλύουν τα κυτταρικά τοιχώματα (Madhavi and Salunkhe, 1998)

pH- Οξύτητα

Το pH στον καρπό της τομάτας κυμαίνεται μεταξύ 4-4,7. Το ποσοστό του κιτρικού οξέος, που είναι το επικρατέστερο οξύ στην τομάτα, επηρεάζει την οξύτητά της και συνδέεται άμεσα με το βαθμό ωριμότητας του καρπού. Εκτός από το κιτρικό οξύ οι

τομάτες περιέχουν και άλλα μικρότερης συγκέντρωσης όπως τα μαλικό, λακτικό, ασκορβικό, ακετικό κ.ά. Το σύνολο των οξέων δημιουργούν την οξύτητα στην τομάτα. Η συγκέντρωση των οξέων επίσης διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, την καλλιεργητική τεχνική και τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την διάρκεια της καλλιέργειας. Η συγκέντρωσή τους ποικίλει από μερικά ppm μέχρι 1-20mg/ 100g νωπής τομάτας (Madhavi and Salunkhe, 1998).

Σημαντικός παράγοντας της διακριτικής γεύσης της τομάτας είναι και η σχέση μεταξύ του pH και της περιεκτικότητας σε διαλυτά στερεά, κυρίως σάκχαρα. Όσο οι καρποί φτάνουν στο στάδιο ωριμότητας τόσο βελτιώνεται η σχέση σάκχαρα/οξέα ή διαλυτά στερεά/οξέα. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα, κυρίως μέσα στα κυτταρικά τοιχώματα, φτάνει στο μέγιστο όταν ο καρπός είναι τελείως ώριμος (Σφακιωτάκης, 1995).

Διαλυτά στερεά

Με την ωρίμανση του καρπού γίνεται υδρόλυση του αμύλου και αυξάνεται η περιεκτικότητα των σακχάρων. Η μέτρηση των σακχάρων είναι δυνατόν να γίνει με χημική μέθοδο. Τα σάκχαρα όμως που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των διαλυτών στερεών προσδιορίζονται πιο εύκολα με διαθλασίμετρο στο χυμό του καρπού. Μερικοί ερευνητές αναφέρουν ότι ο λόγος Διαλυτά στερεά / Ογκομετρούμενη οξύτητα είναι σημαντικός για τον καθορισμό της γεύσης μεταξύ των ποικιλιών ενώ άλλοι αναφέρουν ότι η γεύση αυξάνεται με αύξηση των συνολικών σακχάρων και οξέων στον καρπό. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα επίπεδα σακχάρων και οξέων στην τομάτα επηρεάζουν όχι μόνο τη γεύση αλλά και τη γλυκύτητα και την αλμυρότητα (Malundo et al., 1995).

1.1.6 Εχθροί, ασθένειες και φυτοπροστασία

Οι εχθροί, οι μύκητες, τα βακτήρια και οι ιοί καθώς και οι τρόποι και τα σκευάσματα αντιμετώπισής τους αναφέρονται παρακάτω από τον Ολύμπιο (2001).

Εχθροί

1. Νηματώδεις (*Meloidogyne* spp). Προσβάλλουν το ριζικό σύστημα. Καταπολεμούνται με ριζοποτίσματα με νηματωδοκτόνα, με ανθεκτικές ποικιλίες - υβρίδια και με ανθεκτικά υποκείμενα.

2. Σιδηροσκώληκες (*Agriotes obscurus*). Προσβάλλουν νεαρά φυτά στη βάση του βλαστού, κοντά ή λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Καταπολεμούνται με ριζοπότισμα με κοκκώδη εντομοκτόνα.

3. Αφίδες. Προσβάλλουν φύλλα και νεαρούς καρπούς και είναι φορείς πολλών ιώσεων. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα και ειδικά αφιδοκτόνα και βιολογικά με το δίπτερο *Aphidoletes aphidimyza*, το υμενόπτερο *Aphidius matricariae* και με το μύκητα *Verticillium lecanii*.

4. Θρίπες (*Thripstabaci*, *Frankliniella occidentalis*, *Heliothrips haemorrhoidalis*). Προσβάλλουν τα φύλλα και τα άνθη και μπορούν να μεταδώσουν ιώσεις. Μειώνουν ποσοτικά και ποιοτικά την παραγωγή. Καταπολεμούνται με χρωματικές παγίδες (μπλε), με εφαρμογή εντομοκτόνων και βιολογικά, με τα ακάρεα *Amblyseius cucumeris* και *Amblyseius barkeri* ή *mackenziei*.

5. Φυλλορύκτες της τομάτας (*Lyriomyza trifolii* και *Lyriomyza bryoniae*). Προκαλούν στοές στο μεσόφυλλο. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα, με παρεμποδιστές ανάπτυξης του εντόμου, και βιολογικά με τα παράσιτα υμενόπτερα *Dacnusa sibirica* και *Diglyphus isaea*.

6. Τετράνυχος (*Tetranychus urticae*, *Aculops lycopersici*). Προσβάλλει κυρίως τα φύλλα. Ευνοείται από συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής σχετικής υγρασίας. Καταπολεμείται με εφαρμογή ακαρεοκτόνων, μόνα τους ή σε συνδυασμό με εντομοκτόνα. Βιολογικά καταπολεμείται με το παράσιτο *Phytoseiulus persimilis*.

7. Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*). Προσβάλλει τα φύλλα, εξασθενεί τα φυτά και στα περιττώματά του αναπτύσσεται δευτερογενώς καπνιά. Καταπολεμείται με ψεκασμούς φυλλώματος με εντομοκτόνα ή με παρεμποδιστές ανάπτυξης του εντόμου, με εφαρμογή εντομοκτόνων εδάφους, με χρωματικές παγίδες (κίτρινες) και με βιολογικό τρόπο με το παράσιτο *Encarsia formosa*.

Μυκητολογικές ασθένειες

1. Αδρομυκώσεις (*Verticillium dahliae*, *Verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*). Προκαλούν απόφραξη των αγγείων με αποτέλεσμα σταδιακή μάρανση και τελικά ξήρανση όλου του φυτού. Χαρακτηριστικός είναι ο καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου σε προσβεβλημένα φυτά. Σοβαρότερη είναι η προσβολή της τομάτας και της μελιτζάνας. Καταπολεμούνται με ανθεκτικές ποικιλίες και εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (π.χ. KNVF). Σε αρχικές προσβολές σε νεαρά φυτά συνιστάται ριζοπότισμα με κατάλληλο μυκητοκτόνο.

2. Καστανή σήψη των ριζών ή Φελλώδης σηψιρριζία (Brown root ή Corky root) (*Pyrenochaeta lycopersici*). Οι ρίζες των προσβεβλημένων φυτών αποκτούν καστανές διογκώσεις με φελλώδη όψη. Καταπολεμείται με εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (π.χ. KNVF).

3. Ντιντιμέλλα (*Didymella lycopersici*). Προσβάλλει κυρίως το στέλεχος αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμείται με τη χρήση απολυμασμένου σπόρου και εφαρμογή μυκητοκτόνων.

4. Φαιά σήψη (*Botrytis cinerea*). Προσβάλλει στελέχη, φύλλα, καρπούς και άνθη όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή (<18°C). Αντιμετωπίζεται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με βελτίωση των συνθηκών στο θερμοκήπιο (καλός εξαερισμός, υψηλή θερμοκρασία). Για την καταπολέμησή του μπορούν να χρησιμοποιηθούν και βιολογικά σκευάσματα.

5. Περονόσπορος (*Phytophthora infestans*). Προσβάλλει όλα τα τρυφερά μέρη του φυτού όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η υγρασία υψηλή. Αντιμετωπίζεται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με μείωση της υγρασίας του θερμοκηπίου.

6. Αλτερνάρια (*Alternaria solani*). Προσβάλλει το λαιμό των νεαρών φυτών και στα αναπτυγμένα φυτά τα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς. Ευνοείται από την υψηλή θερμοκρασία και την υψηλή υγρασία. Καταπολεμείται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς.

7. Κλαδοσπορίαση (*Cladosporium fulvum* και *Fulvia fulva*). Προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε θερμοκρασίες μεταξύ 18 και 24°C και υγρασία 95%. Καταπολεμείται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με μείωση της υγρασίας. Προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες.

8. Ωίδιο (*Leveillula taurica*). Προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες. Αντιμετωπίζεται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς.

9. Σκληροτίνια (*Sclerotinia sclerotiorum*). Προσβάλλει κυρίως τα στελέχη αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμείται με ριζοποτίσματα και προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς.

10. Σεπτόρια (*Septoria lycopersici*). Προσβάλλει τα φύλλα και τα στελέχη της τομάτας. Καταπολεμείται με απολύμανση του σπόρου και εφαρμογή μυκητοκτόνων.

Βακτηριώσεις

1. Βακτηριακό έλκος (*Corynebacterium michiganense*). Προσβάλλει τα φύλλα, καρπούς και σε σοβαρές προσβολές τους βλαστούς, όπου προκαλεί έλκη. Καταπολεμείται με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών και η εξάπλωσή του μειώνεται με ψεκασμό με χαλκούχα μυκητοκτόνα.

2. Βακτηριακή κηλίδωση (*Xanthomonas vesicatoria*). Προσβάλλει τα φύλλα, καρπούς όπου προκαλεί χαρακτηριστικές κηλίδες.

3. Βακτηριακή στιγμάτωση (*Pseudomonas tomato*). Προσβάλλει φύλλα και καρπούς και προκαλεί χαρακτηριστικά μαύρα στίγματα. Καταπολεμούνται με απολύμανση των σπόρων, με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών και προληπτικά με χαλκούχα μυκητοκτόνα.

4. Stolbur (*Tomato stolbur MLO*) και γιγαντοφθαλμία (Big bud). Η ασθένεια αποδίδεται σε μικροοργανισμό παρόμοιο με μυκόπλασμα (MLO). Στους ηθμόδεις σωλήνες των ιστών των ασθενών φυτών της τομάτας διαπιστώθηκε η παρουσία πλειομορφικών μικροοργανισμών παρόμοιων με μυκόπλασμα. Τα ίδιο παθογόνο προσβάλλει την πατάτα, τη μελιτζάνα κ.ά. είδη της οικογένειας Solanaceae. Φαίνεται όμως ότι προσβάλλει και διάφορα αυτοφυή ζιζάνια στα οποία επιβιώνει και από αυτά μεταδίδεται μέσω φορέων στα καλλιεργούμενα φυτά. Αναφέρεται ότι το παθογόνο μεταδίδεται με έντομα φορείς *Hyalesthes obsoletus*, *Macrosteles* spp. και *Lygus* spp. Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της γιγαντοφθαλμίας είναι η πάχυνση στελεχών και βλαστών, ανάπτυξη μεγάλων ανθοφόρων κωνοειδών οφθαλμών, βλαστομανία βραχέων και παχέων βλαστών, βραχυγονάτωση και φυλλωδία (μεταβολή μερών του άνθους σε φυλλίδια). Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται στον αγρό τον Ιούνιο. Τα συμπτώματα των ασθενών φυτών υποχωρούν μετά από χορήγηση υδροχλωρικής τετρακυκλίνης (Alivizatos, 1993).

Ιώσεις

1. Μωσαϊκό του καπνού *TMV*. Προσβάλλει το φυτό και προκαλεί μικροφυλλία και τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της μωσαϊκής. Καταπολεμείται με ανθεκτικές ποικιλίες, με μέτρα για περιορισμό της μετάδοσης, απολύμανση απόρου, μόλυνση νεαρών φυτών τομάτας με ήπιο κλώνο *TMV* για προστασία φυτών από περισσότερο καταστρεπτικό κλώνο.

2. Μωσαϊκό του αγγουριού *CMV*. Προκαλεί χαρακτηριστικό μωσαϊκό στα φύλλα πιπεριάς και μελιτζάνας και νηματόμορφα φύλλα στη τομάτα. Καταπολεμείται με

ανθεκτικές ποικιλίες, μέτρα για περιορισμό της μετάδοσης, απολύμανση απόρου, απολύμανση εδάφους και καταπολέμηση των αφίδων που είναι φορείς του ιού.

3. Κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων *TYLCV*. Προσβάλλει ολόκληρο το φυτό αλλά κυρίως τη βλαστανούσα κορυφή και προκαλεί βράχυνση των μεσογονατίων και παραμόρφωση. Δεν καταπολεμείται άμεσα, δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες. Έμμεσα εμποδίζεται η μετάδοση με καταπολέμηση του αλευρώδους που θεωρείται φορέας της ίωσης.

1.1.7 Φυσιολογικές ανωμαλίες

Η εκδήλωση των φυσιολογικών ανωμαλιών εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό όχι μόνο από τον γενότυπο αλλά και από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε ορισμένα στάδια ανάπτυξης του καρπού, γι' αυτό δεν αρκεί η γενετική βελτίωση των ποικιλιών για την εξάλειψη των ανωμαλιών αυτών (Ντόγρας, 2001).

1. Σχίσσιμο του καρπού – *Cracking* (ακτινωτό ή ομόκεντρο γύρω από τον ποδίσκο). Η ευπάθεια στο σχίσσιμο είναι γενετικό χαρακτηριστικό αλλά επηρεάζεται και από ορισμένους παραμέτρους του περιβάλλοντος, όπως υγρασία εδάφους, βροχή και υψηλή θερμοκρασία. Απότομες αυξομειώσεις στη διαθέσιμη υγρασία σε συνδυασμό με υψηλό ρυθμό ανάπτυξης των καρπών λόγω υψηλών θερμοκρασιών ευνοούν το σχίσσιμο των καρπών ορισμένων ποικιλιών. Το σχίσσιμο των καρπών αυξάνει τον κίνδυνο μικροβιακών μολύνσεων καθώς και την αφυδάτωση του καρπού. Οι απώλειες από το σχίσσιμο των καρπών μπορούν να μειωθούν με την καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών και με την αποφυγή μεγάλων διακυμάνσεων της διαθέσιμης στο φυτό υγρασίας ή και της θερμοκρασίας στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

2. Σήψη της κορυφής του καρπού – *Blossom-end rot*. Το αρχικό σύμπτωμα είναι μια μικρή καφέ κηλίδα στην κορυφή του πράσινου ακόμη καρπού που αντιστοιχεί στη θέση του στίγματος του άνθους από το οποίο προήλθε ο καρπός. Αργότερα η κηλίδα μεγαλώνει, ξεραίνεται, βαθαίνει και γίνεται δερματώδης. Η σήψη της κορυφής προκαλείται είτε λόγω χαμηλής περιεκτικότητας του εδάφους σε ασβέστιο είτε λόγω ανεπαρκούς μεταφοράς του στον καρπό. Η σήψη της κορυφής του καρπού παρουσιάζεται συνήθως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας του εδάφους ή χαμηλής θερμοκρασίας εδάφους γιατί τότε μειώνεται η πρόσληψη νερού και επομένως και η πρόσληψη και μεταφορά του ασβεστίου. Επίσης μειώνεται η πρόσληψη ασβεστίου σε περίπτωση υπερλίπανσης με αμμωνιακό άζωτο, μαγνήσιο και κάλιο. Η μείωση της μεταφοράς του ασβεστίου στους καρπούς μπορεί να

προκληθεί και από υψηλή σχετική υγρασία στον αέρα, γιατί μειώνεται η διαπνοή και επομένως η πρόσληψη νερού.

3. Καρπός με κενούς χώρους καρπόφυλλων - *Puffiness*. Εσωτερικά ο καρπός είναι κενός, σε έναν ή περισσότερους χώρους καρπόφυλλων, ενώ εξωτερικά εμφανίζεται με γωνίες στα σημεία ένωσης των καρπόφυλλων και με πλευρές σχεδόν επίπεδες. Οι αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες που έχουν δυσμενή επίδραση στην επικονίαση και γονιμοποίηση, με συνέπεια να μην αναπτύσσονται πολλοί σπόροι σε κάθε καρπόφυλλο, ευνοούν την ανωμαλία αυτή.

4. Καρποί με πράσινους «ώμους». Η περιοχή γύρω από τον κάλυκα παραμένει πράσινη, ενώ ο υπόλοιπος καρπός ωριμάζει και χρωματίζεται κανονικά. Η ανωμαλία αυτή αποτελεί γενετικό χαρακτηριστικό δεδομένου ότι οφείλεται στην απουσία του γονιδίου της «ομοιόμορφης ωρίμανσης», όπως αυτό ονομάζεται.

1.2 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ

1.2.1 Γενικά

Ως εμβολιασμός αναφέρεται η ένωση φυτικών τμημάτων, που είναι συμβατά, με σκοπό την φυσιολογική τους ένωση και ανάπτυξή τους ως ένα ενιαίο φυτό, που θα έχει τα καλύτερα χαρακτηριστικά των δύο φυτών από τα οποία προήλθε (Janick, 1986).

Οι καταβολές του εμβολιασμού για τις οπωροφόρες καλλιέργειες βρίσκονται στην αρχαιότητα. Ο εμβολιασμός ήταν γνωστός στους Κινέζους από το 1560 π.Χ. τουλάχιστον ενώ υπάρχουν και αναφορές από τον Αριστοτέλη (384-322 π.Χ.) και τον Θεόφραστο (371-287 π.Χ.). Αλλά και ο εμβολιασμός στις ποώδεις καλλιέργειες είναι μια παλιά τεχνική, αφού περιγράφεται περιληπτικά για τα κολοκυνθοειδή σε κορεάτικο βιβλίο του 17^{ου} αιώνα από τον Hong (Lee and Oda, 2003).

Ο εμβολιασμός των λαχανικών, παρόλα αυτά, δεν φαίνεται να ήταν κοινή πρακτική μέχρι τον 12^ο αιώνα στην Ασία. Η καλλιέργεια των εμβολιασμένων φυτών ξεκίνησε στην Κορέα και στην Ιαπωνία σε μικρή κλίμακα κατά το τέλος της δεκαετίας του '20 και μετά τα πρώτα πειράματα η καλλιέργειά τους βαθμιαία αυξήθηκε σε αυτές τις χώρες και σήμερα μεγάλο ποσοστό των καλλιεργειών εμβολιάζονται πριν τη μεταφύτευσή τους στο θερμοκήπιο ή στην ύπαιθρο (Rivero et al., 2003). Μέχρι το 1990, το ποσοστό των

εμβολιασμένων φυτών για την παραγωγή καρποφόρων λαχανικών (μελιτζάνα, αγγούρι, τομάτα, καρπούζι κ.ά.) έφτασε το 59% στην Ιαπωνία και 81% στην Κορέα (Lee, 1994).

Στην Μεσογειακή περιοχή ο εμβολιασμός των λαχανικών θεωρείται μια καινοτόμα τεχνική. Με βάση τα δεδομένα που αναφέρονται στην βιβλιογραφία (**Πίνακας 3**) για τη διάδοση της τεχνικής του εμβολιασμού στις Μεσογειακές χώρες, συμπεραίνουμε ότι η Ισπανία είναι η χώρα με την μεγαλύτερη διάδοσή της και ότι στην Ιταλία υπάρχει μια αυξανόμενη διάδοση, αφού από 4 εκατ. φυτά το 1997 έγιναν 14 εκατ. το 2000 (Leonardi and Romano, 2004). Στην Ιαπωνία και στην Κορέα το 2000 χρησιμοποιήθηκαν 700 εκατ. εμβολιασμένα φυτά (Edelstein, 2004).

Πίνακας 3: Συνολικός αριθμός εμβολιασμένων σπορόφυτων (2001) και τα ποσοστά για διάφορες καλλιέργειες σε κάποιες Μεσογειακές περιοχές

	Ισπανία	Ιταλία	Τουρκία	Μαρόκο
Σύνολο (εκατ. φυτά)	154	16	2	15
Τομάτα	40%	23%	99%	96%
Μελιτζάνα	-	8%	-	-
Πιπεριά	-	3%	-	-
Πεπόνι	8%	27%	1%	-
Καρπούζι	52%	39%	-	1%
Αγγούρι	-	-	-	3%
	100%	100%	100%	100%

Πηγή: Leonardi and Romano, 2004

Στην Ελλάδα, ο εμβολιασμός είναι πολύ διαδεδομένος ως τεχνική στις νότιες περιοχές και τα ποσοστά της καλλιεργούμενης έκτασης εμβολιασμένων λαχανοκομικών ειδών είναι 90-100% για πρώιμη καλλιέργεια καρπουζιού, 40-50% για καλλιέργεια πεπονιού σε χαμηλά σκέπαστρα, 5-10% για την καλλιέργεια αγγουριού και 2-3% για την καλλιέργεια μελιτζάνας και τομάτας. Αντίθετα στις βόρειες περιοχές της Ελλάδας ο εμβολιασμός είναι μια σπάνια εφαρμοζόμενη τεχνική (Traka-Mavrona et al., 2000).

Αρχικά, η καλλιέργεια εμβολιασμένων φυτών είχε σκοπό να περιοριστούν οι ζημιές από τα παθογόνα εδάφους, όπως η αδρομύκωση (Scheffer, 1957; Lee, 1994; Estan et al., 2005). Όμως με τη διάδοση αυτής της τεχνικής ο εμβολιασμός εξυπηρετεί ένα ευρύ φάσμα σκοπών:

1. ενισχύει την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού
2. ελέγχει τον μαρασμό, που προκαλείται από τα παθογόνα
3. μειώνει μολύνσεις από μύκητες, βακτήρια και ιούς

4. ενισχύει την ανθεκτικότητα στις χαμηλές (Bulder et al., 1990) και στις υψηλές θερμοκρασίες (Rivero et al., 2003b)
5. ενισχύει την ανοχή στην καταπόνηση αλατότητας (Lazof et al., 1998)
6. αυξάνει την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων (Ruiz et al., 1997)
7. βελτιώνει τη χρήση του νερού (Cohen and Naor, 2002)
8. ενισχύει την αύξηση της παραγωγής, που μπορεί να φτάσει και το διπλάσιο μιας κανονικής παραγωγής (Kim et al., 1998; Asao et al., 1999)
9. αυξάνει τη σύνθεση των ενδογενών ορμονών (Proebsting et al., 1992), και
10. επιτρέπει μια γρηγορότερη ανάπτυξη γενετικής ανθεκτικότητας σε βελτιωτικά προγράμματα (Leonardi and Romano, 2004).

Στις Μεσογειακές περιοχές η τεχνική του εμβολιασμού άργησε αρκετά να διαδοθεί εξαιτίας της διαθεσιμότητας απλούστερων και φθηνότερων εναλλακτικών πρακτικών των μικρότερων ποσοστών εμφάνισης ασθενειών από παθογόνα εδάφους και στην ύπαρξη εξειδικευμένων εργαστηρίων μόλις τα τελευταία χρόνια (Leonardi and Romano, 2004).

Παλαιότερα, ο εμβολιασμός πραγματοποιούνταν με μεγάλα σπορόφυτα και η αποτελεσματικότητα ήταν μικρότερη από 50%, έτσι ο εργάτης μπορούσε να παράγει μόνο 150 φυτά ανά ημέρα (Ashita, 1930, 1934). Σήμερα η ημερήσια παραγωγή ενός εργάτη είναι 800-1.200 εμβολιασμένα φυτά, ενώ χρησιμοποιώντας μηχανές πάνω από 10.000 φυτά ανά ημέρα (Lee and Oda, 2003).

Η καλλιέργεια των εμβολιασμένων φυτών έχει εξαπλωθεί πολύ τα τελευταία χρόνια εξαιτίας και της δυνατότητας της ίδιας ποικιλίας να μπορεί να εμβολιαστεί σε διαφορετικά υποκείμενα ανάλογα με το στόχο του εμβολιασμού. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν εντατικοποιηθεί οι έρευνες για νέα υποκείμενα (Kim, 1984).

Στην Ελλάδα, όπως και σε άλλες χώρες με εντατική εκμετάλλευση της γης λόγω των μικρών γεωργικών εκτάσεων, ο εμβολιασμός των λαχανικών άρχισε να παρουσιάζει ενδιαφέρον την τελευταία δεκαετία, εξαιτίας της απαγόρευσης χρήσης του βρωμιούχου μεθυλίου, της υψηλής ζήτησης των προϊόντων που παράγονται με «φιλικές» προς το περιβάλλον επεμβάσεις και της σταδιακής εισαγωγής του σπορόφυτου στο σύστημα εμπορίας πολλαπλασιαστικού υλικού σε αντικατάσταση του σπόρου.

1.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής του εμβολιασμού

Με την εφαρμογή του εμβολιασμού στα λαχανικά εξασφαλίζεται ανθεκτικότητα σε παθογόνα εδάφους, που είναι από τους πιο επικίνδυνους και συχνούς βιοτικούς παράγοντες στους οποίους εκτίθενται οι περισσότερες καλλιέργειες. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ένα εύρωστο και ζωηρό υποκείμενο έχει καλύτερη ανοχή ενάντια σε ασθένειες που προκαλούνται από μύκητες, βακτήρια και ιούς, αν και ο βαθμός ανοχής ποικίλει από φυτό σε φυτό και εξαρτάται από τον γενότυπο του υποκειμένου. Ο εμβολιασμός με χρήση υποκειμένων ανθεκτικών σε παθογόνα εδάφους είναι μια πρακτική που προσφέρει λύση στην καλλιέργεια σε μολυσμένα εδάφη λαμβάνοντας υπ' όψη την κατάργηση του χημικού εδαφικού υποκαπνισμού για λόγους περιβαλλοντικής ρύπανσης (Rivero et al., 2003). Ακόμα λόγω αυτής της ανθεκτικότητας που παρουσιάζουν τα υποκείμενα δίνεται η δυνατότητα συνεχούς καλλιέργειας ενός λαχανικού στον ίδιο χώρο χωρίς αμειψισπορά (Findlay, 2001).

Επιπλέον με την επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου μπορεί να αυξηθεί η ανοχή σε συνθήκες καταπόνησης, όπως στις χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στο ριζόστρωμα, στην αλατότητα και στην υπερβολική υγρασία του εδάφους.

Υπάρχουν διάφορα παραδείγματα που δείχνουν ότι η χρήση εμβολιασμένων φυτών μπορεί να εξασφαλίσει την καλή ανάπτυξη και την ιδανική απόδοση της καλλιέργειας με μικρό ή μηδενικό κόστος, όταν αυτό αναφέρεται στο κόστος για την προστασία από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Για την ερμηνεία αυτής της ανθεκτικότητας έχουν προταθεί ως πιθανοί μηχανισμοί η έξοδος του χυμού του ξυλώματος (Masuda and Gomi 1982) και η υψηλή κατανάλωση οξυγόνου (Rivero et al., 2003).

Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων προκαλεί διάφορους τύπους φυσικών και χημικών καταπονήσεων στα φυτά, όπως αλλαγές στη μορφολογία, στη φυσιολογία και στο μεταβολισμό του φυτού (Cheeseuman, 1988; Borochoy-Neori et al, 1991). Είναι αποδεκτό, ότι η αναστολή της ανάπτυξης λόγω καταπόνησης από άλατα, συνδέεται με αλλαγές στις υδατικές σχέσεις εντός του φυτού, που προκαλούνται από οσμωτικές επιδράσεις με συγκεκριμένες ιονικές συνέπειες (περίσσεια ή έλλειψη) ή από τη διαθεσιμότητα της ενέργειας, που σχετίζεται με τις συγκεντρώσεις των υδατανθράκων (Lazof et al., 1998). Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων μειώνει το υδατικό δυναμικό του εδάφους προκαλώντας στο φυτό καταπόνηση λόγω έλλειψης νερού, δηλαδή το φαινόμενο της οσμωτικής επίδρασης της αλατότητας (Rivero et al., 2003).

Όσον αφορά την ανθεκτικότητα του ριζικού συστήματος στην αλατότητα, τα ανθεκτικά φυτά μπορούν να διακριθούν σε εκείνα που αποκλείουν τα ιόντα (ion-exclusive) και σε εκείνα που επιτρέπουν την είσοδο των ιόντων (ion-inclusive) (Kramer, 1984). Όταν τα ιόντα Cl^- και Na^+ προκαλούν ζημιά στο φυτό σε μεγάλες συγκεντρώσεις, η αύξηση της ανθεκτικότητας στην αλατότητα μπορεί να επιτευχθεί με την επιλογή ανθεκτικών υποκειμένων και τη χρήση εμβολιασμένων φυτών (Bernstein et al., 1956; Bernstein et al., 1969).

Η πρόσληψη και η μετακίνηση αρκετών ενώσεων, όπως τα ιόντα, τα φωτοσυνθετικά προϊόντα, οι φυτικές ορμόνες και τα αλκαλοειδή μπορούν να επηρεαστούν από τα υποκείμενα ή από τον εμβολιασμό. Ένας από τους σημαντικότερους λόγους του εμβολιασμού είναι η χρήση της ζωηρότητας του ριζικού συστήματος του υποκειμένου, έτσι τα εμβολιασμένα φυτά δείχνουν αυξημένη πρόσληψη νερού και ανόργανων στοιχείων σε σύγκριση με τα αυτόριζα φυτά με συνέπεια πιθανόν τη μείωση χρήσης λιπασμάτων και την διατήρηση της συγκέντρωσης τους σε χαμηλότερα επίπεδα (Lee and Oda, 2003).

Από την άλλη πλευρά ο εμβολιασμός απαιτεί χρόνο, χώρο, υλικά, εξειδικευμένη εργασία και προσωπικό. Το κόστος των εμβολιασμένων φυτών συχνά αποτρέπει τους παραγωγούς να τα επιλέξουν, αφού τα εμβολιασμένα σπορόφυτα κοστίζουν 3 ή 5 φορές περισσότερο από τα μη-εμβολιασμένα. Επιπλέον, τα εμβολιασμένα φυτά πριν μεταφυτευτούν απαιτούν ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης ώστε να ολοκληρωθεί με επιτυχία ο εμβολιασμός, με επούλωση της τομής, και τη σκληραγώγησή τους (Leonardi and Romano, 2004).

Ακόμα, ένα πρόβλημα που αφορά κυρίως τα εργαστήρια παραγωγής των σπορόφυτων είναι η ελλιπής γνώση του χρόνου, της ομοιομορφίας και του ποσοστού βλάστησης των σπόρων κυρίως των υποκειμένων που συχνά είναι συγγενικά άγρια είδη με το είδος του εμβολίου (Leonardi and Romano, 2004).

Παράλληλα προβλήματα δημιουργούνται λόγω έλλειψης λεπτομερών πληροφοριών που αφορούν στον βαθμό ανοχής του υποκειμένου στις διάφορες καταπονήσεις, γεγονός που δυσκολεύει την επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου με βάση τις συγκεκριμένες ανάγκες του παραγωγού. Η έλλειψη αυτών των πληροφοριών οφείλεται στον μεγάλο αριθμό των διαθέσιμων υποκειμένων (Leonardi and Romano, 2004).

Επιπλέον, το ασυμβίβαστο μεταξύ υποκειμένου και εμβολίου μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα του καρπού, λόγω δηλητηρίασης από αλκαλοειδή και τοξίνες ασυμβίβαστου (Findlay, 2001; Lee and Oda, 2003). Τέλος, μπορεί να εμφανιστούν κάποιες

φυσιολογικές ανωμαλίες στους καρπούς μετά από εμβολιασμό που οφείλονται στο υποκείμενο (Chung, 1995b; Lee and Oda, 2003).

1.2.3 Τεχνική του εμβολιασμού

Ο εμβολιασμός είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει: την επιλογή του είδους του υποκειμένου και του εμβολίου, τη δημιουργία μιας ένωσης εμβολιασμού με φυσικούς χειρισμούς, την επούλωση της ένωσης και τον εγκλιματισμό του σύνθετου φυτού.

Στις ποώδεις καλλιέργειες επειδή το υποκείμενο και το εμβόλιο είναι τρυφερά και ευαίσθητα, όποτε και ευάλωτα σε αδέξιες κινήσεις κατά τον εμβολιασμό, πολλές φορές ο εμβολιασμός καθίσταται αντισυμβατικός. Έτσι για να βελτιωθεί το ποσοστό επιβίωσης των εμβολιασμένων φυτών, πριν πραγματοποιηθεί ο εμβολιασμός θα πρέπει να εκτεθούν το εμβόλιο και το υποκείμενο σε ηλιακή ακτινοβολία για 2-3 ημέρες, να μειωθεί η άρδευση των φυτών για αποφυγή της ανάπτυξης λεπτών βλαστών και να σιγουρευτεί ότι οι μίσχοι του εμβολίου και του υποκειμένου θα έχουν παρόμοια διάμετρο (Oda et al., 1993).

Ο εμβολιασμός συνήθως πραγματοποιείται σε θερμοκήπιο όπου είναι εύκολο να ελεγχθούν οι συνθήκες του περιβάλλοντος. Κατά τον εμβολιασμό επιβάλλεται η χρήση πολύ καλά ακονισμένων εργαλείων και οι εργασίες θα πρέπει να γίνονται σε θερμοκρασία 20-25°C και υψηλή σχετική υγρασία αέρα (περίπου 100%). Επιπλέον, θα πρέπει να μειωθεί η ακτινοβολία με σκίαση, περίπου κατά 60-70% σε σχέση με την εξωτερική ακτινοβολία, έτσι ώστε να ελέγχεται η αύξηση της θερμοκρασίας. Παρόλα αυτά υπερβολική σκίαση θα πρέπει να αποφεύγεται γιατί μπορεί να επηρεάσει τον ρυθμό αφομοίωσης και να παράγει αδύναμα σπορόφυτα (Leonardi and Romano, 2004).

Το υποκείμενο και το εμβόλιο σπέρνονται σε μικρά δοχεία ταυτόχρονα ή με διαφορά ημερών ανάλογα με το είδος. Βέβαια, τόσο το εμβόλιο όσο και το υποκείμενο θα πρέπει να είναι ομοιόμορφα και αρκετά υγιή για να αντεπεξέλθουν στην διαδικασία του εμβολιασμού. Όταν φτάσουν στο ανάλογο φυτικό στάδιο γίνεται ο εμβολιασμός και μετά από 15-20 ημέρες τα φυτά είναι έτοιμα να φυτευτούν στο θερμοκήπιο ή στην ύπαιθρο (Oda, 1999).

Ο χρόνος που απαιτείται για να ενωθούν τα φυτικά μέρη μέσω του εμβολιασμού εξαρτάται από το υποκείμενο, το στάδιο ανάπτυξης κ.ά. Επιπλέον, ένα πρόβλημα της διαδικασίας του εμβολιασμού είναι να γίνει αντιληπτή η χρονική στιγμή που έχει πραγματοποιηθεί η ένωση των φυτικών τμημάτων (Leonardi and Romano, 2004). Για

αυτόν τον σκοπό, έχουν αναπτυχθεί μη – καταστροφικές μέθοδοι που βασίζονται στη σχέση μεταξύ της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της υδραυλικής ένωσης του μίσχου, της μηχανικής αντίστασης κ.ά. (Yang et al., 1993; Turquois and Malone, 1996).

Οι μέθοδοι εμβολιασμοί ποικίλουν ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας που εμβολιάζεται, τις προτιμήσεις και την πείρα των παραγωγών, και το είδος των διαθέσιμων μηχανημάτων. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο για την επιλογή της μεθόδου παίζει ο χρόνος, το ποσοστό επιτυχίας, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν και η ζωηρότητα του υποκειμένου (Oda, 1999; Leonardi and Romano, 2004).

Υπάρχουν πολλοί συμβατικοί μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν στον εμβολιασμό των ποωδών λαχανικών, τόσο από τους γεωργούς όσο και από τις εμπορικές εταιρίες παραγωγής εμβολιασμένων φυτών. Οι μέθοδοι αυτοί αναφέρονται παρακάτω (Lee and Oda, 2003):

1. Εμβολιασμός εγκοπής και εισαγωγής εμβολίου (Hole Insertion Grafting)

Κατά την εφαρμογή αυτής της μεθόδου σε φυτά τομάτας και μελιτζάνας, σπέρνονται οι σπόροι του υποκειμένου 5-10 ημέρες πριν τη σπορά των σπόρων του εμβολίου και ο εμβολιασμός γίνεται 20-25 ημέρες μετά τη σπορά του εμβολίου. Από τα νεαρά φυτά του υποκειμένου, τα οποία πρέπει να έχουν 2-3 πραγματικά φύλλα, αφαιρούνται 5-10mm της κορυφής τους, πάνω από το πρώτο γόνατο και εκεί δημιουργείται μια οπή, με μια μικρή κλίση. Το φυτό του εμβολίου, έχοντας αναπτύξει 2 πραγματικά φύλλα, κόβεται 10mm κάτω από το γόνατο των κοτυληδόνων και μετά την αφαίρεση αυτών, διαμορφώνεται ο βλαστός σε μορφή ακίδας. Μετά από την ένωση εμβολίου υποκειμένου, το νέο φυτό μεταφέρεται σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας, μέσα σε ειδικούς δίσκους και τους παρέχονται οι κατάλληλες συνθήκες για ριζοβολία και επιπλέον ανάπτυξη. Οι καταλληλότερες συνθήκες για την ένωση του εμβολίου είναι η υψηλή σχετική υγρασία, η υψηλή θερμοκρασία και ο επαρκής φωτισμός.

Η μέθοδος αυτή απαιτεί υψηλό επίπεδο ικανότητας από τον παραγωγό και συγκεκριμένες εγκαταστάσεις πραγματοποίησης της όλης διαδικασίας. Ωστόσο, είναι ευρέως διαδεδομένη, αφού δεν απαιτεί επιπλέον εργασία, πέρα από εκείνη κατά την ένωση του εμβολίου. Επίσης, παράγει υγιή φυτά, λόγω της ένωσης πολλών αγγείων μεταξύ εμβολίου και υποκειμένου. Εφαρμόζεται και για τον εμβολιασμό καρπουζιού πάνω σε κολοκύθι (Lee and Oda, 2003).

2. Εμβολιασμός προσέγγισης με γλωσσίδιο (Tongue Approach Grafting)

Είναι μια μέθοδος που εφαρμόζεται από λιγότερο έμπειρους παραγωγούς που δεν διαθέτουν θερμοκήπιο με καλό έλεγχο του μικροκλίματος. Παρόλο που απαιτεί μεγάλο χώρο και εργατικά χέρια παρουσιάζει πολύ μεγάλα ποσοστά επιτυχίας σε σχέση με τις άλλες μεθόδους.

Κατά τη μέθοδο αυτή, οι σπόροι του εμβολίου σπέρνονται 5-7 ημέρες πριν από τους σπόρους του υποκειμένου. Για την αποφυγή απώλειας θρεπτικών στοιχείων και για την αύξηση των πιθανοτήτων επιτυχίας του εμβολιασμού, αφαιρείται η κορυφή του υποκειμένου. Τόσο στο εμβόλιο όσο και στο υποκείμενο δημιουργούνται, στο μέσο περίπου του βλαστού, σχισμές, ώστε να μπορεί να εισχωρήσει η μία μέσα στην άλλη, σε τέτοιο βάθος, που να επιτρέπει την ένωση όσο γίνεται περισσότερων αγγείων. Μετά την ένωση των δύο φυτών, εφαρμόζεται ένα ειδικά σχεδιασμένο υλικό πρόσδεσης και τα φυτά μεταφυτεύονται σε φυτοδοχεία διαμέτρου 9-12cm.

Τα εμβολιασμένα φυτά σκιάζονται μερικώς για 1-2 ημέρες πριν τη μεταφορά τους στο θερμοκήπιο και σε συνθήκες ανάπτυξης. Για τον έλεγχο της επιτυχίας, 10-12 ημέρες μετά τον εμβολιασμό αφαιρείται από κάποια φυτά η κατώτερη υποκοτύλη του εμβολίου και ανάλογα με την αντίδραση αρχίζουν οι επόμενες ενέργειες. Αφαιρείται η ρίζα και η κατώτερη υποκοτύλη του εμβολίου, συνήθως κάτω από το σημείο πρόσδεσης. Το υλικό πρόσδεσης δεν αφαιρείται, παρά μόνο μετά τη μεταφύτευση των φυτών στην οριστική τους θέση. Αυτού του είδους ο εμβολιασμός μπορεί να γίνει με το χέρι ή με τη βοήθεια ειδικών μηχανών.

Η μέθοδος με εμβολιασμό προσέγγισης με γλωσσίδιο είναι η παλαιότερη και ίσως η καταλληλότερη για τα λαχανοκομικά είδη (Hong, 1970). Μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα φυτά, όπως είναι τα κολοκυνθοειδή, τα σολανοειδή κ.α. Παρόλη την ευκολία αυτής της μεθόδου, δε χρησιμοποιείται σε εμπορική κλίμακα, εξαιτίας του υψηλού κόστους διεξαγωγής, του μεγάλου χώρου που απαιτείται και της συχνής ανάπτυξης της ρίζας του εμβολίου, όταν τα φυτά τοποθετούνται σε μεγάλο βάθος κατά τη μεταφύτευσή τους (Lee, 1994).

3. Εμβολιασμός συρραφής υποκειμένου και εμβολίου (Splice Grafting)

Είναι μια μέθοδος περισσότερο διαδεδομένη για την παραγωγή φυτών για εμπορικούς λόγους και απαιτεί πιο εξειδικευμένες γνώσεις. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι παράγονται απόλυτα υγιή φυτά, που μπορούν να αντέξουν όλους τους χειρισμούς μετά τον εμβολιασμό.

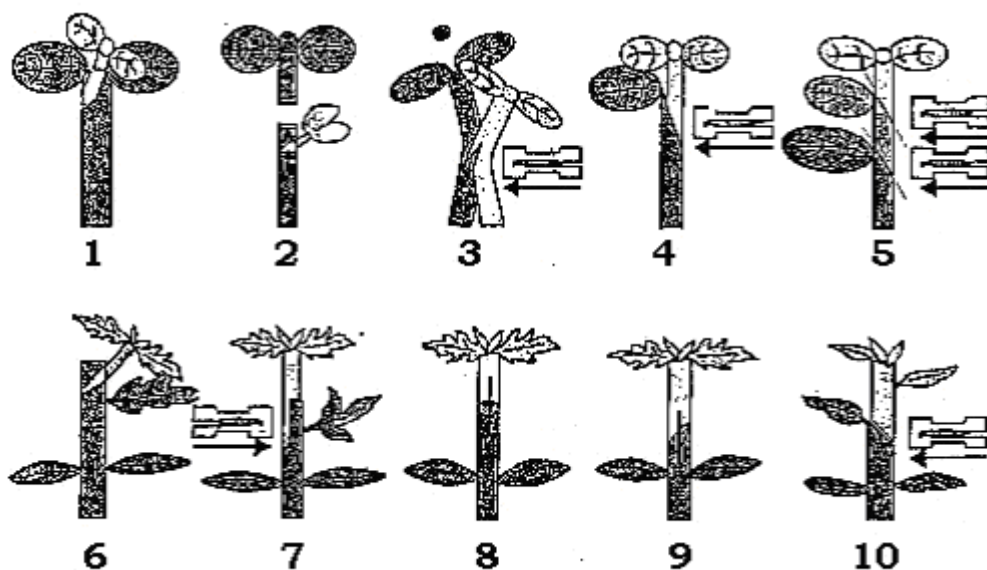
Σε αυτή τη μέθοδο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο ακέραια όσο και κομμένα φυτά, ανάλογα με την προτίμηση του παραγωγού (Lee et al., 2000). Όσον αφορά στα υποκείμενα των κολοκυνθοειδών, αφαιρείται η μια κοτυληδόνα και η κορυφή του φυτού. Οι βλαστοί του εμβολίου και του υποκειμένου κόβονται με κλίση και τοποθετούνται το πρώτο πάνω στο δεύτερο. Για τη σταθεροποίηση του εμβολίου εφαρμόζεται υλικό πρόσδεσης. Στα σολανοειδή, ο εμβολιασμός γίνεται στην κατώτερη επικοτύλη και το σημείο αυτό δένεται.

4. Εμβολιασμός με σχισμή (Cleft Grafting)

Κατά τον εμβολιασμό με σχισμή συνήθως κόβεται ένα κομμάτι βλαστού κατά το μήκος του, τόσο στο υποκείμενο όσο και στο εμβόλιο, με αντίθετη κατεύθυνση. Το κομμάτι αυτό έχει μήκος 1-1,5cm και το πάχος του αντιστοιχεί στα $\frac{3}{4}$ της διαμέτρου του βλαστού. Το εμβόλιο έχει 1-3 πραγματικά φύλλα. Μετά την ένωση των δύο φυτών, το σημείο του εμβολιασμού δένεται με τη βοήθεια ειδικών μέσων πρόσδεσης, διαφόρων σχημάτων και υλικών, ώστε να κρατάει στη σωστή θέση τα δυο φυτικά τμήματα που εμβολιάστηκαν (Lee and Oda, 2003).

5. Μέθοδος με βελόνα (Pin Grafting)

Αυτή η μέθοδος μοιάζει με τη μέθοδο εμβολιασμού Splice, όμως διαφέρει ως προς το υλικό που χρησιμοποιείται για την στήριξη και προστασία της περιοχής του εμβολίου μέχρι την πλήρη ένωση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κεραμικές βελόνες, μήκους 15mm και διαμέτρου 0,5mm, οι οποίες μπορούν να παραμείνουν μέσα στο φυτό. Το κόστος αυτών των βελονών είναι υψηλό και γι' αυτό έχουν δοκιμαστεί βελόνες από μπαμπού, οι οποίες έδωσαν καλά αποτελέσματα (Lee and Oda, 2003).



Εικόνα 1: Διάφοροι μέθοδοι εμβολιασμού που συχνά χρησιμοποιούνται στα λαχανικά. (1) Εμβολιασμός εγκοπής και εισαγωγής εμβολίου, (2) Τροποποιημένος εμβολιασμός εγκοπής και εισαγωγής εμβολίου, (3) Εμβολιασμός προσέγγισης με γλωσσίδιο, (4) Εμβολιασμός Splice, (5) Διπλός Εμβολιασμός Splice (6) εμβολιασμός με εισαγωγή επικοτύλης, (7) Εμβολιασμός με σχισμή, (8) και (9) Εμβολιασμός με βελόνα, (10) Εμβολιασμός Splice για σολανοειδή λαχανικά. (Πηγή: Lee and Oda, 2003).

Ο σωστός εγκλιματισμός είναι κρίσιμος παράγοντας για την επιβίωση των εμβολιασμένων φυτών. Ο εγκλιματισμός περιλαμβάνει την επούλωση της επιφάνειας τομής και της σκληραγώγησης για την επιβίωση στον αγρό (Oda, 1999). Ο εγκλιματισμός μπορεί να επιτευχθεί απλά με τον εγκλεισμό του υποκειμένου και του εμβολίου σε μια μαύρη πλαστική σακούλα (για την αποφυγή συγκέντρωσης θερμότητας) μέχρι να σχηματιστεί η ένωση (Denna, 1962). Στην πράξη συνήθως επιτυγχάνεται εγκλιματισμός με την χρήση των πλαστικών τούνελ, που παρέχουν σκίαση και διατηρούν την υγρασία. Σε πολλά εμπορικά εργαστήρια τα εμβολιασμένα φυτά τοποθετούνται συνήθως μέσα σε δίσκους 50-72 θέσεων στον πάγκο θερμοκηπίου και οι δίσκοι σφραγίζονται με ένα μονόφυλλο ημιδιαπερατό υψηλής πυκνότητας φιλμ πολυαιθυλενίου, για να μειωθεί η απώλεια υγρασίας και παραμένουν σφραγισμένα για 5-7 ημέρες χωρίς πρόσθετη άρδευση. Κατά τον εγκλιματισμό συστήνεται να διατηρούνται τα επίπεδα του φωτός στα 3-5 Klux, οπότε μερικός σκιασμός μπορεί να χρειάζεται κατά τη διάρκεια της ημέρας για να αποφευχθεί υπερβολική συγκέντρωση θερμότητας (Oda, 1999).

Για την τομάτα, ένας συνδυασμός υψηλής υγρασίας και ασθενούς φωτός, ελαφρώς υψηλότερο από το φως του σημείου αντιστάθμισης, προφυλάσσει τα εμβόλια της τομάτας από τον μαρασμό και προωθεί την επούλωση της τομής του εμβολιασμού. Τα φιλμ που

μειώνουν τη θερμική ακτινοβολία στα τούνελ εγκλιματισμού μειώνουν την αύξηση της θερμοκρασίας των φύλλων και αυξάνουν το επιθυμητό εύρος της έντασης του φωτός για την επούλωση του εμβολιασμού (Nobuoka et al., 1996). Κάτω από συνθήκες υψηλής έντασης φωτός και υψηλής υγρασίας η επούλωση της ένωσης επιταχύνεται από την κίνηση του αέρα (Nobuoka, et al., 1997).

1.2.4 Φυσιολογία εμβολιασμού

Πολλές δημοσιεύσεις σχετικές με τον εμβολισμό ασχολούνται με τη φυσιολογία αυτού, αφού προκαλεί σημαντικές αλλαγές σχεδόν σε όλους τους τομείς της αύξησης και ανάπτυξης.

Τα κατεστραμμένα κύτταρα της επιφάνειας της τομής του εμβολιασμού καταρρέουν και σχηματίζουν ένα νεκρωτικό στρώμα που εξαφανίζεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επούλωσης. Τα ζωντανά κύτταρα τόσο από το υποκείμενο όσο και από το εμβόλιο μετά επεκτείνονται στην νεκρωτική ζώνη. Σχηματίζεται κάλος από συμπλεκτικά παρεγχυματικά κύτταρα με τη διαίρεση των κυττάρων και την ρήξη του νεκρωτικού στρώματος. Κατά την διάρκεια αυτών των γεγονότων η αντοχή του εμβολιασμού αυξάνει εξαιτίας της φυσικής συνοχής μεταξύ του υποκειμένου και του εμβολίου. Διαφοροποιείται καινούριο αγγειακό κάμβιο από τα παρεγχυματικά κύτταρα και δευτερογενές ξύλωμα και φλοΐωμα παράγονται από το ανασυγκροτημένο κάμβιο, που παρέχει αγγειακή σύνδεση μεταξύ υποκειμένου και εμβολίου. Η τέλεια ένωση είναι συχνά αδύνατο να πραγματοποιηθεί.

Γενικά, η συμβατότητα εμβολιασμού σχετίζεται με την ταξινομική συγγένεια. Η στενή βοτανική συγγένεια όμως δεν αρκεί για έναν επιτυχημένο εμβολιασμό. Πολλές φορές υπεισέρχονται παράγοντες βιοχημικής, ορμονικής και ενζυμικής φύσης, που είναι οι αιτίες της διαφορετικής ανάπτυξης και συμπεριφοράς των εμβολιαζόμενων μερών, που δεν καταφέρνουν να συμβιώσουν. Ακόμα κι αν έχουν στενή βοτανική συγγένεια παρεμποδίζεται η ανάπτυξη, περιορίζεται η παραγωγή και το σημείο εμβολιασμού δεν συγκολλάτε καλά και σπάει.

Το ασυμβίβαστο του εμβολιασμού διαφοροποιείται από την αποτυχία του εμβολιασμού που συχνά είναι αποτέλεσμα περιβαλλοντικών παραγόντων ή έλλειψης ικανότητας του εμβολιαστή. Το ασυμβίβαστο του εμβολιασμού, κάτω από τις ιδανικές συνθήκες εμβολιασμού, ορίζεται ως αποτυχία σχηματισμού μιας ισχυρής ένωσης, αποτυχία των

εμβολιασμένων φυτών να αναπτυχθούν με υγιή τρόπο ή ανώριμο θάνατο που ακολουθεί τον εμβολιασμό. Το φυσιολογικό ασυμβίβαστο μπορεί να προέρχεται από έλλειψη κυτταρικής αναγνώρισης, απουσία αντιδράσεων του τραυματισμού, έλλειψη ρυθμιστών αύξησης ή ύπαρξη τοξινών ασυμβιβάστου (Andrews and Marquez, 1993).

1.2.5 Εμβολιασμός και καλλιέργεια τομάτας

Πολλά πειράματα εμβολισμού έχουν πραγματοποιηθεί για την τομάτα. Θετικά αποτελέσματα είχαν οι εμβολιασμοί στον τάτουλα (*Datura stramonium*) και τον καπνό (*Nicotiana tabacum*), αλλά παρατηρήθηκε συσσώρευση βλαβερών αλκαλοειδών και νικοτίνης αντίστοιχα στις τομάτες. Θετικά αποτελέσματα είχαν ακόμα δοκιμές εμβολιασμού της τομάτας στην πατάτα (*Solanum tuberosum*) και στον στύφνο (*Solanum nigrum*).

Παλαιότερα ως υποκείμενα στον εμβολιασμό την τομάτα συχνά χρησιμοποιούνταν φυτά μελιτζάνας (*Solanum melongena*), (Yamakawa, 1982), αλλά τώρα πια έχουν αναπτυχθεί πολλά άλλα υποκείμενα και έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για διάφορους λόγους. Η μελιτζάνα δεν χρησιμοποιείται τόσο πολύ τώρα εκτός από κάποιες ειδικές περιπτώσεις.

Η χρήση εμβολιασμένων φυτών τομάτας πραγματοποιείται για μεγάλη καλλιεργητική περίοδο, δηλαδή για συγκομιδή περισσότερων από 6 ταξικαρπιών ανά φυτό, κάτω από προστατευμένες κατασκευές. Τα εμβολιασμένα φυτά είναι κατάλληλα για καλλιέργεια σε υδροπονικά συστήματα, με τη χρήση θρεπτικών διαλυμάτων, για την καλύτερη εκμετάλλευση του ζωηρού συστήματος στην υποστήριξη της αύξησης του εμβολίου και για την εγγύηση της σταθερής συγκομιδής καρπών για μια μεγάλη περίοδο (Lee and Oda, 2003).

Όμως, εξαιτίας των δυσκολιών του εμβολιασμού λόγω κυρίως του μικρού μεγέθους των σπορόφυτων τομάτας, όταν αυτά είναι κατάλληλα για εμβολιασμό, και των απαιτήσεων για περιποίηση μετά τον εμβολιασμό, η διάδοσή του καθυστέρησε. Τελευταία με την εισαγωγή διαφόρων μεθόδων και τεχνικών εμβολιασμού, κατάλληλων εργαλείων εμβολιασμού και ειδικών εγκαταστάσεων για τις μεταχειρίσεις μετά τον εμβολιασμό μπορούν να παραχθούν υψηλής ποιότητας εμβολιασμένα φυτά τομάτας (Lee et al., 1999; Lee and Oda, 2003).

Για τον εμβολιασμό της τομάτας έχουν δοκιμαστεί σχεδόν όλοι οι μέθοδοι. Ο εμβολιασμός προσέγγισης με γλωσσίδιο έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς αλλά τώρα πια θεωρείται καταλληλότερος ο Splice εμβολιασμός. Η διαδικασία του εμβολιασμού είναι απλή και γρήγορη, και η ένωση του εμβολίου είναι αρκετά ισχυρή για να αντέξει τον σκληρό χειρισμό κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και της μεταφύτευσης (Lee and Oda, 2003).

Μια ακόμη μέθοδος που θεωρείται κατάλληλη για την τομάτα είναι και ο εμβολιασμός με σχισμή (cleft grafting). Κατά τον οποίο οι σπόροι του υποκειμένου σπέρνονται 5-7 ημέρες πριν από τους σπόρους του εμβολίου. Στην συνέχεια τα σπορόφυτα τόσο του υποκειμένου όσο και του εμβολίου μεταφυτεύονται και παραμένουν στις γλάστρες τους για 22-28 ημέρες, μέχρι περίπου να αποκτήσουν 4-5 πραγματικά φύλλα. Αφού έχουν πια φτάσει στο κατάλληλο στάδιο εμβολιάζονται και το σημείο του εμβολιασμού ασφαρίζεται με clip, που αφαιρείται μετά από 7-10 ημέρες. Τέλος, όταν τα εμβολιασμένα φυτά σκληραγωγηθούν φυτεύονται σε θερμοκήπιο ή στην ύπαιθρο (Oda, 1999).

1.3 Υδροπονία

Σήμερα η ανάγκη για παραγωγή ποιοτικών προϊόντων γίνεται όλο και μεγαλύτερη. Το σημαντικό είναι να παράγονται ποιοτικά και ασφαλή προϊόντα με παράλληλη εξασφάλιση υψηλών ποσοτήτων. Όλα τα παραπάνω μπορούν να επιτευχθούν με την υδροπονική καλλιέργεια. Υδροπονία είναι η καλλιέργεια φυτών εκτός εδάφους ή εδαφικών μιγμάτων. Τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια η παραγωγή υδροπονικών προϊόντων έχει αυξηθεί σημαντικά. Αυτή τη στιγμή περισσότερα από 35000 εκτάρια χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για την εφαρμογή της υδροπονικής καλλιέργειας. Η καλλιέργεια εκτός εδάφους και η υδροπονία αποτελούν πλέον τις πιο εντατικές μεθόδους παραγωγής λαχανοκομικών προϊόντων. Επιπλέον ο περιορισμός της γεωργικής γης καθιστούν την υδροπονία μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική μέθοδο παραγωγής σε περιοχές, όπου δεν είναι δυνατή η καλλιέργεια με την παραδοσιακή γεωργία.

1.3.1 Πλεονεκτήματα Υδροπονικής Καλλιέργειας

1. Με την υδροπονική καλλιέργεια αποφεύγονται τα ζιζάνια, προσβολές από νηματώδεις και ελαχιστοποιούνται τα προβλήματα από έντομα και μύκητες εδάφους. Συγχρόνως μειώνεται και το κόστος από την χρήση φυτοφαρμάκων για τον έλεγχο των παραπάνω (απολύμανση εδάφους, ριζοποτίσματα).
2. Η θρέψη των φυτών στην υδροπονία είναι ελεγχόμενη. Τα θρεπτικά διαλύματα είναι ισορροπημένα με αποτέλεσμα τα φυτά να είναι περισσότερο εύρωστα. Η σωστή θρέψη (ακριβής αναλογία στοιχείων) έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων και αύξηση της απόδοσης παραγόμενου προϊόντος.
3. Ο έλεγχος της αγωγιμότητας (EC) και του pH μπορεί να γίνει με ακρίβεια, και σε περιπτώσεις αποκλίσεων από το επιθυμητό οι διορθώσεις γίνονται άμεσα. Στις περισσότερες περιπτώσεις που η καλλιέργεια γίνεται στο έδαφος το εδαφικό pH είναι πολύ υψηλό με αποτέλεσμα την εμφάνιση τροφωπενιών στα φυτά (τροφωπενία σιδήρου κ.α.)
4. Με την καλλιέργεια σε συστήματα υδροπονίας αποφεύγονται χρονοβόρες και κουραστικές εργασίες όπως σκαλίσματα, ξεχορταριάσματα που γίνονται στο χώμα.
5. Τέλος η χρήση του αυτοματισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί (αυτόματο πότισμα-λίπανση κ.α.) εξασφαλίζει περισσότερο χρόνο στον παραγωγό να ασχοληθεί και με εργασίες εξίσου σημαντικές με την παραγωγή, όπως η εμπορεία, η καλύτερη εποπτεία και παρακολούθηση της φυτείας, η συσκευασία κ.α.
(http://smet.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=10&Itemid=44&limit=1&limitstart=2)

1.3.2 Συστήματα και υποστρώματα

Χρόνια τώρα πολλές εταιρείες έχουν επενδύσει τεράστια κεφάλαια στην έρευνα και στον πειραματισμό σε υποστρώματα και συστήματα. Η έρευνα αυτή είχε σαν αποτέλεσμα μια μεγάλη ποικιλία υποστρωμάτων και συστημάτων, τα οποία περιγράφονται παρακάτω.

1.3.2.1 Συστήματα χωρίς υπόστρωμα

Στα συστήματα αυτά οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια συνεχούς ή μη συνεχούς ροής θρεπτικού διαλύματος. Τα πιο γνωστά συστήματα αυτής της μορφής είναι το NFT και η επιπλέουσα υδροπονία. Στο NFT (Nutrient Film Technique) οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια μεγάλου μήκους μέσα στα οποία το ρέει το θρεπτικό διάλυμα. Στην δεύτερη περίπτωση, στην επιπλέουσα υδροπονία, δεν έχουμε συνεχή ροή θρεπτικού διαλύματος, αλλά το θρεπτικό διάλυμα βρίσκεται μέσα σε μεγάλες λεκάνες – δεξαμενές, μέσα στο οποίο αναπτύσσονται τα φυτά. Στο σύστημα αυτό η οξυγόνωση του διαλύματος είναι απαραίτητη. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε καλλιέργειες χαμηλών λαχανικών όπως τα μαρούλια. Τα φυτά τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένες οπές που έχουν ανοιχτεί σε δίσκους φελιζόλ. Τα φελιζόλ επιπλέουν πάνω στο θρεπτικό διάλυμα και έτσι οι ρίζες των φυτών βρίσκονται συνεχώς μέσα στο διάλυμα αυτό. Σε αυτή την κατηγορία μπορεί να ενταχθεί και αεροπονία όπου τα φυτά τοποθετούνται σε δίσκους φελιζόλ με τις ρίζες τους να αναπτύσσονται στο διάκενο. Το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται στις ρίζες υπό μορφή λεπτών σταγονιδίων. Ο ψεκασμός πρέπει να γίνεται σε συνθήκες σκοταδιού για την αποφυγή δημιουργίας αλγών.

1.3.2.2 Συστήματα με υπόστρωμα

Ως υπόστρωμα θεωρείται το μέσο στο οποίο αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα των φυτών. Η πρακτική του σημασία κατά τη χρήση του σε μια υδροπονική καλλιέργεια αφορά τη στήριξη των φυτών και τη συγκράτηση του θρεπτικού διαλύματος, το οποίο διαβρέχει περιοδικά το υλικό του υποστρώματος.

Ένα υλικό είναι κατάλληλο για χρήση ως υπόστρωμα όταν έχει ορισμένες φυσικοχημικές ιδιότητες που επιτρέπουν τη σωστή ανάπτυξη των φυτών και την ευκολία διαχείρισης του θρεπτικού διαλύματος. Συγκεκριμένα ένα υπόστρωμα μιας υδροπονικής καλλιέργειας θα πρέπει:

- Να έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού και να επιτρέπει την καλή κατανομή νερού-αέρα και την ομαλή κυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος.
- Να είναι χημικά αδρανές και να έχει σταθερή και ουδέτερη τιμή pH.
- Να έχει σταθερή υφή και σύσταση, μικρή περιεκτικότητα σε άλατα, μηδενική ή ελάχιστη εναλλακτική ικανότητα και να μην περιέχει τοξικά στοιχεία για τα φυτά.

- Να είναι απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς.
- Να επιτρέπει την εύκολη μεταχείρισή του και να μην πληγώνει τις ρίζες των φυτών.
- Να έχει χαμηλό κόστος και μεγάλο χρόνο χρήσης.

Τα υδρολογικά χαρακτηριστικά ενός υποστρώματος είναι σημαντικά γιατί το υπόστρωμα είναι δυνατόν να αλληλεπιδρά με την καλλιέργεια μόνο μέσω των φυσικών του κυρίως ιδιοτήτων που σχετίζονται με την κίνηση του νερού μέσα σε αυτό. Τα υδρολογικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος καθορίζονται άμεσα από το πορώδες του υλικού, τη φαινομενική πυκνότητα, την κατανομή των πόρων και την κοκκομετρία του όταν πρόκειται για κοκκώδη υλικά (Λύκας 2006).

Τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται σήμερα στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι τα ακόλουθα:

• **Πετροβάμβακας (rockwool, stonewool):** Ο πετροβάμβακας αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα παγκοσμίως. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις υδροπονικές καλλιέργειες κηπευτικών (τομάτα, αγγούρι, μαρούλι κ.α.) αλλά και στην ανθοκομία (τριαντάφυλλο, ζέρμπερα κ.α.). Είναι ένα φυσικό προϊόν μιας και προέρχεται από ηφαιστειογενή πετρώματα τα οποία μετά από ειδική επεξεργασία δίνουν το γνωστό τελικό προϊόν αποτελούμενο από λεπτές ίνες. Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των πετρωμάτων χρησιμοποιούνται πολύ υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 1600°C) με αποτέλεσμα το υλικό το οποίο τελικά παράγεται να είναι πλήρως αποστειρωμένο και συνεπώς απαλλαγμένο από φυτοπαθογόνους και μη οργανισμούς. Το κυριότερο πλεονέκτημά του είναι η ικανότητα που διαθέτει να συγκρατεί πολύ μεγάλες ποσότητες θρεπτικού διαλύματος μιας και οι πόροι του καταλαμβάνουν περίπου το 96% του όγκου του. Αυτό έχει ως συνέπεια την κατανάλωση πολύ μικρότερων ποσοτήτων νερού από οποιοδήποτε άλλο υπόστρωμα.

• **Ελαφρόπετρα:** Η ελαφρόπετρα είναι ένα αργιλοπυριτικό ηφαιστειογενές ορυκτό το οποίο παράγεται στη χώρα μας, χημικά αδρανές το οποίο χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα στις υδροπονικές καλλιέργειες κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών. Το pH της ελαφρόπετρας είναι περίπου 7,3. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει αλλά καλύτερα είναι πριν την χρήση να έχει προηγηθεί καλό κοσκίνισμα ώστε να απομακρυνθεί η σκόνη και να ξεπλυθεί. Συνήθως χρησιμοποιείται σε σάκους φύτευσης ή σε κανάλια καλλιέργειας.

• **Περλίτης:** Ο υδροπονικός περλίτης προέρχεται από επεξεργασία του ορυκτού περλίτη που είναι ένα υαλώδες ηφαιστειακό πέτρωμα το οποίο παράγεται και στη χώρα

μας (στη Μήλο). Σαν υλικό είναι χημικά αδρανές και το pH είναι ουδέτερο (PH=7). Ο περλίτης συνήθως χρησιμοποιείται σε σάκους ή σε κανάλια καλλιέργειας.

● **Κοκκοφοίνικας (cocosoil, cocopeat):** Ο κοκκοφοίνικας είναι ένα φυσικό υλικό το οποίο προέρχεται από το παχύ μεσοκάρπιο του καρπού της καρύδας. Συνεπώς είναι υλικό απαλλαγμένο από ασθένειες. Σε σύγκριση με τα παραπάνω υποστρώματα, ο κοκκοφοίνικας είναι οργανικό υλικό. Διατίθεται στο εμπόρειο σε σάκους καλλιέργειας αλλά και σε τούβλα (blocks) συμπιεσμένου υλικού που μετά από την αποσυμπίεσή του μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργεια σε γλάστρες ή κανάλια. Στη χώρα μας χρησιμοποιείται ευρύτατα στην υδροπονική καλλιέργεια κυρίως ανθοκομικών φυτών (τριαντάφυλλο, ζέρμπερα, γαρίφαλο, βολβοειδών κ.α.). Σε μία καλή και σταθερή ποιότητα υλικού η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται στο 0,5 mS/cm ή και χαμηλότερα και PH από 5,5 έως 6.

Υπάρχουν συνεπώς πολλά συστήματα και υποστρώματα τα οποία μπορούν να επιλεγούν για την υδροπονική καλλιέργεια. Πριν όμως γίνει η τελική επιλογή θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν διάφοροι παράγοντες όπως οι συνθήκες της περιοχής καλλιέργειας, η ποιότητα του νερού άρδευσης, ο εξοπλισμός που απαιτείται, το κόστος κ.α

1.3.3 Χαρακτηριστικά υδροπονικών συστημάτων

Τα υδροπονικά συστήματα έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

1. τη ζώνη του ριζοστρώματος
2. το υπόστρωμα και το σύστημα στήριξης της καλλιέργειας
3. σύστημα άρδευσης, με το οποίο παρέχεται το θρεπτικό διάλυμα στο ριζικό σύστημα
4. το σύστημα απορροής για τη διαχείριση των απορρεόμενων

Ο όρος θρεπτικό διάλυμα αναφέρεται στο αρδευτικό διάλυμα που εφαρμόζεται. Τη στιγμή που το διάλυμα φτάνει στο ριζόστρωμα και αναμιγνύεται με τα υγρά που ήδη βρίσκονται εκεί τότε σχηματίζεται το διάλυμα του υποστρώματος. Το διάλυμα αυτό στη συνέχεια μεταβάλλεται όσο τα φυτά και τα μικρόβια χρησιμοποιούν συγκεκριμένες ποσότητες και μεταβάλλουν τα συστατικά σε αυτό. Αυτή η δυναμική αλλαγή του διαλύματος θα πρέπει να διαχειρίζεται και να βελτιώνεται μέσω ποικίλων αγρονομικών πρακτικών.

Τα υδροπονικά συστήματα τείνουν να έχουν μεγαλύτερες επιδράσεις στους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Σε σύγκριση με τα συστήματα καλλιέργειας στο έδαφος στα υδροπονικά συστήματα ο όγκος του ριζοστρώματος είναι μικρότερος, η συγκράτηση του νερού είναι μεγαλύτερη, το ποσοστό διαθέσιμου νερού είναι υψηλότερο και η υδραυλική αγωγιμότητα είναι μεγαλύτερη. Σε μερικά υδροπονικά συστήματα ο όγκος του ριζοστρώματος είναι πολύ μικρός, π.χ. 14 l/m² στον πετροβάμβακα ενώ στο έδαφος 500 l/m². επομένως οι συνολικές ποσότητες του διαθέσιμου νερού και των θρεπτικών είναι μικρότερες στην υδροπονία και η ικανότητα συγκράτησης του νερού στα περισσότερα υποστρώματα είναι μεγαλύτερη. Συνεπώς χρειάζεται συχνή και ακριβής υδρολίπανση για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής (Savvas and Passam 2002).

1.3.4 Άρδευση στα υδροπονικά συστήματα

Η συχνότητα και η δόση άρδευσης στα εμπορικά υδροπονικά συστήματα ρυθμίζονται αρχικά από τις απαιτήσεις της καλλιέργειας σε νερό. Οι απαιτήσεις του φυτού σε νερό μπορούν να προσδιοριστούν άμεσα ή έμμεσα. Αν και οι άμεσες μετρήσεις της κατανάλωσης του νερού από το φυτό χρησιμοποιούνται βασικά για διαγνωστικούς σκοπούς δε χρησιμοποιούνται ευρέως στον έλεγχο της άρδευσης, γιατί η μείωση της πρόσληψης του νερού μπορεί να προκληθεί από παράγοντες διαφορετικούς από αυτούς της μη επάρκειας διαθεσιμότητας νερού στη ζώνη του ριζοστρώματος. Ο έμμεσος υπολογισμός της χρήσης του νερού χρησιμοποιείται για έλεγχο σε ποικίλα αρδευτικά συστήματα, αλλά θα πρέπει να ελέγχεται συνέχεια και να βαθμονομείται ώστε να αποφεύγεται η υπερβολική ή η ανεπαρκής άρδευση.

Υπάρχουν δύο συγκεκριμένα λειτουργικά χαρακτηριστικά του ριζικού συστήματος με τα οποία μπορεί να γίνει κατανοητή η διαχείριση της άρδευσης. Το ένα είναι ότι το ριζόστρωμα συμπεριφέρεται σαν δεξαμενή η οποία θα πρέπει να ξαναγεμίζεται σε κάθε πτώση ενός συγκεκριμένου επιπέδου και το άλλο ότι το ριζόστρωμα σχηματίζει έναν αγωγό μεταφοράς συστατικών στην επιφάνεια της ρίζας.

Σαν δεξαμενή η ζώνη του ριζοστρώματος αποθηκεύει ποικίλα συστατικά απαραίτητα για την ανάπτυξη του φυτού και την επιβίωσή του. Όταν οποιοδήποτε από αυτά τα συστατικά εκλείπει θα πρέπει να ξαναπροστεθεί μέσω της άρδευσης. Είναι επίσης πιθανό

κάποια συστατικά να υπάρχουν σε υπερβολικές ποσότητες και πάλι μέσω της άρδευσης αυτό θα πρέπει να διορθωθεί.

Το ριζικό σύστημα επίσης λειτουργεί ως αγωγός για τα παραπάνω υλικά. Τα στοιχεία που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια της ρίζας είναι διαθέσιμα στο φυτό και οι ρίζες χρησιμοποιούν ενεργές διαδικασίες για τη μεταφορά τους μέσα στο φυτό. Αυτό μειώνει τα συστατικά που βρίσκονται στο άμεσο περιβάλλον των ριζών.

Με τα αρδευτικά συστήματα στην υδροπονία επιτυγχάνονται οι εξής διαδικασίες:

1. παρέχεται η κατάλληλη ποσότητα νερού για την κάλυψη των αναγκών των φυτών
2. αναπληρώνονται τα διάφορα στοιχεία, τα οποία αποθηκεύονται στη ζώνη του ριζοστρώματος
3. παρέχονται με μαζική ροή τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά μέσω του αγωγού.

Δεδομένου ότι η μαζική ροή είναι ταχύτερη στη μετακίνηση των συστατικών από τη διάχυση, μπορεί να εφαρμοστεί συχνότερη άρδευση. Στα υδροπονικά συστήματα αυτού του είδους ο έλεγχος είναι εφικτός εφόσον ελέγχονται όλοι οι άλλοι παράγοντες του συστήματος.

Οι αποδόσεις που προκύπτουν από τα υδροπονικά συστήματα είναι γενικά υψηλότερες από τις καλλιέργειες στο έδαφος (Ho and Adams, 1995). Εν μέρει, αυτό οφείλεται στην εντατική διαχείριση της άρδευσης, η οποία δημιουργεί ένα άριστο ριζικό σύστημα για την ανάπτυξη του φυτού. Επιπλέον η ικανότητα χρήσης του νερού (WUE) είναι υψηλότερη στα υδροπονικά συστήματα, γιατί το θρεπτικό διάλυμα εφαρμόζεται σχεδόν απευθείας στα ρίζες και δίνει στο φυτό αποτελεσματική πρόσβαση στα συστατικά που απαιτούνται για βέλτιστη ανάπτυξη.

Η ανάπτυξη των φυτών στην υδροπονία σχετίζεται με την παροχή του νερού, των θρεπτικών συστατικών και του οξυγόνου. Η παροχή του νερού και των θρεπτικών μπορεί να ρυθμιστεί μ' ένα αποτελεσματικό σύστημα άρδευσης και με έλεγχο της συχνότητας άρδευσης. Οι διαφορές στα επίπεδα O_2 , CO_2 και στο αιθυλένιο στη ζώνη του ριζοστρώματος έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζονται από το μέσο του υποστρώματος και από τη συχνότητα άρδευσης. Ο επαρκής αερισμός της ριζόσφαιρας είναι σημαντικός για το φυτό γιατί οι ρίζες απαιτούν οξυγόνο για την αναπνοή, η οποία με τη σειρά της είναι απαραίτητη για την επαρκή θρέψη και πρόσληψη του νερού. Τα υποστρώματα με καλά αεριζόμενους πόρους επιτρέπουν την ανταλλαγή αερίων μέσα στο ριζόστρωμα. Επιπλέον ένα θρεπτικό διάλυμα πλούσιο σε διαλυτό οξυγόνο μπορεί να βελτιώσει την ανάπτυξη του φυτού και τη σταθερότητα του συστήματος (Savvas and Passam 2002).

Τα υδροπονικά συστήματα είναι είτε κλειστά είτε ανοιχτά. Στα ανοικτά υδροπονικά συστήματα το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει μετά από κάθε άρδευση, αποβάλλεται στο φυσικό περιβάλλον. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή και την μόλυνση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι δύο αυτοί λόγοι οδήγησαν στην εφαρμογή κλειστών υδροπονικών συστημάτων, στα οποία το απορρέον διάλυμα επαναχρησιμοποιείται. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί μείωση της ολικής κατανάλωσης νερού της τάξης του 10-15% και μείωση της κατανάλωσης λιπασμάτων. Σ' ένα ανοιχτό υδροπονικό σύστημα θα πρέπει το αρδευτικό σύστημα να είναι ικανό να δημιουργεί λίγα απορρεόμενα και να μειώνει τη συσσώρευση των αλάτων. Στα κλειστά συστήματα η συσσώρευση των αλάτων διαχειρίζεται με τη δυναμική μείωση των λιπασμάτων, που διαλύονται στο νερό ώστε να επαναφέρεται στην αρχική κατάσταση το διάλυμα απορροής. Με αυτό τον τρόπο το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται μέχρι οι συγκεντρώσεις ενός ή περισσοτέρων ιόντων να φτάσουν σ' ένα σημείο που δεν μπορούν να βελτιωθούν περαιτέρω. Σημαντικό μειονέκτημα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων είναι η ευκολία εξάπλωσης ασθενειών μέσω του ανακυκλούμενου στα φυτά της καλλιέργειας. Το υψηλό κόστος επένδυσης, σε εξοπλισμό απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος που επαναχρησιμοποιείται είναι ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες εφαρμογής και διάδοσης των συστημάτων αυτών.

1.3.5 Ποσότητα νερού

Η ποσότητα του νερού που χρειάζεται προσδιορίζεται γενικά από τις κλιματικές συνθήκες στο αέριο τμήμα των φυτών και από το επίπεδο του φυλλώματος. Κάτω από υψηλή υγρασία, χαμηλή ένταση φωτός και χαμηλή θερμοκρασία το ποσοστό της κατανάλωσης του νερού μπορεί να είναι πολύ χαμηλό. Τα παραγωγικά συστήματα θα πρέπει να έχουν αρδευτικά συστήματα που να προσαρμόζονται, ώστε να επιτυγχάνεται το υψηλότερο ποσοστό χρήσης του νερού. Αυτό συμβαίνει όταν η φυλλική επιφάνεια έχει αναπτυχθεί πλήρως, ο αέρας είναι ξηρός και ζεστός (π.χ. το καλοκαίρι) και το θερμοκήπιο αερίζεται επαρκώς. Είναι πολύ σημαντικό να μπορεί κάποιος να εκτιμήσει το μέγιστο ποσοστό της χρήσης του νερού κατά το σχεδιασμό και την εγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος, αφού ένα ακατάλληλο σύστημα δε θα μπορεί να αντεπεξέλθει στις

απαιτήσεις των φυτών, με αποτέλεσμα τη μείωση των αποδόσεων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Η κατανάλωση του νερού από τα φυτά σχετίζεται με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (μέγεθος), την ηλιακή ακτινοβολία, τη σχετική υγρασία και την κίνηση του αέρα.

1.3.6 Ποιότητα του νερού

Η ποιότητα του νερού θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη όταν ξεκινάει μια νέα εργασία στο θερμοκήπιο, γιατί το νερό χαμηλής ποιότητας δεν είναι εύχρηστο και το κόστος μετατροπής του σε νερό υψηλής ποιότητας είναι υψηλό. Η ποιότητα εξαρτάται κυρίως από την πηγή του νερού που είναι διαθέσιμη. Αυτό μπορεί να είναι κοινόχρηστο νερό, νερό από γεώτρηση, επιφανειακό ή νερό που συλλέχτηκε από τη βροχή. Πριν να χρησιμοποιηθεί το νερό θα πρέπει να αναλυθεί για να προσδιοριστούν τα όρια της παρουσίας όλων των μετάλλων και των ιόντων, όπως επίσης και το pH και η αλκαλικότητα. Χωρίς αυτή την πληροφορία είναι δύσκολο να προετοιμαστεί το κατάλληλο θρεπτικό διάλυμα. Η ποιότητα του νερού εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις των διαλυτών συστατικών, την παρουσία των βιοτικών οργανισμών (άλγη, μύκητες, βακτήρια κλπ.) και τα υπολείμματα σωματιδίων (particulate residues). Μια ολοκληρωμένη ανάλυση θα πρέπει να περιλαμβάνει και τα επίπεδα των ανιόντων και κατιόντων, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στην αλατότητα, αλκαλικότητα και την τοξικότητα εξαιτίας υψηλών συγκεντρώσεων νατρίου, χλωρίου και θεικών ενώσεων.

Στα αρδευτικά συστήματα με μικρά στόμια για την παροχή του θρεπτικού διαλύματος απαιτείται νερό υψηλής ποιότητας, ώστε να αποφεύγεται η έμφραξη. Εάν η ποιότητα του νερού θα πρέπει να βελτιωθεί είναι απαραίτητες κάποιες μεταχειρίσεις όπως το φιλτράρισμα και/ή η αντίστροφη ώσμωση.

Η αλατότητα είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό σε συνδυασμό με την ποιότητα του νερού. Είναι η μέτρηση όλων των αλάτων που είναι παρόντα και εκφράζεται ποσοτικά ως ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) του νερού. Γενικά συνιστάται ότι η EC του νερού άρδευσης δε θα πρέπει να είναι κάτω από 1 dSm^{-1} . Σε κάποιες περιπτώσεις η χρήση του νερού με υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι εφικτή όσο τα ιόντα που την προκαλούν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως θρεπτικά συστατικά από το φυτό. Ακόμα και τότε οι συγκεντρώσεις αυτών των ιόντων δε θα πρέπει να είναι πολύ υψηλές (Sonneveld, 2000). Η χρήση νερού υψηλής αλατότητας στην υδροπονία ωστόσο δεν αποκλείεται δεδομένου ότι

το νερό και πόσο μάλλον το νερό καλής ποιότητας είναι περιοριστικός παράγοντας σε πολλές χώρες.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός υδατικού διαλύματος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται στο διάλυμα. Έτσι, στην περίπτωση των νερών άρδευσης και των θρεπτικών διαλυμάτων η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μέτρο της περιεκτικότητάς τους σε θρεπτικά στοιχεία κι άλλα ανόργανα άλατα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν μας δίνει καμιά πληροφορία για το είδος των αλάτων που είναι διαλυμένα στο διάλυμα, αλλά μόνο για την συνολική τους συγκέντρωση. Παρ' όλα αυτά όμως στην υδροπονική πράξη η ηλεκτρική αγωγιμότητα χρησιμοποιείται για τον καθημερινό έλεγχο της κατάστασης του θρεπτικού διαλύματος στο χώρο του ριζικού συστήματος, όσο και για την πιστοποίηση των νέων διαλυμάτων, λόγω της ευκολίας με την οποία προσδιορίζεται (Savvas and Passam 2002).

Τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας χαμηλότερες από ένα κατώτερο όριο υποδηλώνουν ότι η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ορισμένα τουλάχιστον θρεπτικά στοιχεία είναι ανεπαρκής. Αντίθετα, πολύ υψηλές τιμές πάνω από ένα ανώτατο επιτρεπτό όριο σημαίνουν ότι η συνολική περιεκτικότητα του διαλύματος σε άλατα (θρεπτικών στοιχείων και μη) είναι τόσο μεγάλη, ώστε τα φυτά υφίστανται αλατούχο καταπόνηση ανάλογη με αυτή στην οποία είναι εκτεθειμένα όταν καλλιεργούνται σε αλατούχα εδάφη (Savvas and Passam 2002).

Ωστόσο από τις έρευνες προκύπτει ότι υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας συμβάλλουν στην βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών της τομάτας. Σε κάποιο βαθμό, εντούτοις, η αύξηση της αλατότητας μειώνει την εμπορεύσιμη παραγωγή. Σε συνθήκες υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας το μέγεθος των φρούτων συσχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με την EC ενώ η ξηρή ουσία των καρπών αυξάνεται γραμμικά με την EC. Το ακριβές ποσοστό μείωσης της παραγωγής ποικίλλει με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ποικιλιών, των περιβαλλοντικών παραγόντων, της σύνθεσης του θρεπτικού διαλύματος, και της διαχείρισης της καλλιέργειας. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται πως τιμές EC υψηλότερες από 2.3-5.1 mScm⁻¹ οδηγούν σε ανεπιθύμητη μείωση της παραγωγής, ενώ τιμές 3.5-9.0 mScm⁻¹ βελτιώνουν την ποιότητα των καρπών της τομάτας. Συγκεκριμένα η συγκέντρωση της ξηρής ουσίας, των διαλυτών στερεών, της φρουκτόζης, της γλυκόζης, των ολικών οξέων, των πτητικών ενώσεων, των μετάλλων, των καροτενοειδών και της βιταμίνης C αυξάνονται στους νωπούς καρπούς με την αύξηση της αλατότητας (Dorais et al., 2001).

Το pH του θρεπτικού διαλύματος (μέτρο της περιεκτικότητας του σε ιόντα υδρογόνου, δηλαδή της ενεργού οξύτητάς του) είναι καθοριστικής σημασίας κριτήριο για την καταλληλότητα του. Όταν το pH είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο από κάποιες τιμές που θεωρούνται ως ανώτερα ή κατώτερα επιθυμητά όρια, πολλά θρεπτικά στοιχεία καθίστανται δυσδιάλυτα, οπότε η απορρόφησή τους από τα φυτά δυσχεραίνεται, ενώ άλλα απορροφώνται με ταχύτερους από τους συνήθεις ρυθμούς. Το αποτέλεσμα είναι να εμφανίζονται διαταραχές στη θρέψη των φυτών. Μια μέθοδος για να διατηρήσουμε τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC και του pH σταθερή ίση περίπου με την τιμή της παροχής είναι να αυξηθεί η συχνότητα της άρδευσης (Savvas and Passam 2002).

1.3.7 Απορροή

Σημαντικότατο πρόβλημα στις υδροπονικές καλλιέργειες αποτελεί η βαθμιαία συσσώρευση των αλάτων στο περιβάλλον της ρίζας. Αυτό εκφράζεται με την αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο απορρέων θρεπτικό διάλυμα, είναι συνέπεια της διαπνοής των φυτών και της ενεργής απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από το θρεπτικό διάλυμα και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την παραγωγή.

Η απομάκρυνση των συσσωρευμένων αλάτων, αλλά και των προϊόντων της βιολογικής δραστηριότητας των φυτών από τη ριζοσφαιρα (οργανικά οξέα) είναι δυνατό να ελεγχθεί με την άρδευση της καλλιέργειας και συγκεκριμένα με υπεράρδευση κατά 10-30% σε ανοιχτά και 20-50% σε κλειστά συστήματα, πάνω από την ποσότητα που είναι απαραίτητη για την κάλυψη των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό (ανάλογα με την ποιότητα του νερού άρδευσης και την ευαισθησία της καλλιέργειας στα άλατα).

Σε κάθε περίπτωση ο βαθμός απορροής ή ο αριθμός και ο χρόνος των αρδεύσεων με καθαρό νερό για την απομάκρυνση των αλάτων, εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης των φυτών και τις κλιματικές συνθήκες (Savvas and Passam 2002).

1.4. Σκοπός της εργασίας

Η κατανόηση της επίδρασης της δόσης και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή αυτόριζων και εμβολιασμένων φυτών τομάτας είναι σημαντική, ώστε να προταθεί ένα βέλτιστο πρόγραμμα άρδευσης. Η άρδευση στην υδροπονική καλλιέργεια επηρεάζει το περιβάλλον της ριζόσφαιρας, τη διαθεσιμότητα του νερού και τη συσσώρευση των αλάτων. Για να καθοριστεί ένα πρόγραμμα άρδευσης σε μια υδροπονική καλλιέργεια πρέπει να καθοριστούν η συχνότητα και η ποσότητα του νερού άρδευσης.

Τα φυτά που καλλιεργούνται στα υδροπονικά συστήματα είναι κυρίως αυτόριζα, εξαιτίας του μικρότερου κόστους τους σε σχέση με τα εμβολιασμένα φυτά. Ωστόσο κρίνεται αναγκαία η έρευνα της παραγωγικότητας των εμβολιασμένων φυτών στα υδροπονικά συστήματα. Στο παρελθόν έχουν γίνει πειράματα για τον έλεγχο διαφόρων ασθενειών σε υδροπονική καλλιέργεια εμβολιασμένων φυτών. Είναι επίσης σημαντικό να ελεγχθεί η αντίδραση και η παραγωγή των εμβολιασμένων φυτών ενός υδροπονικού συστήματος σε διαφορετικές μεταχειρίσεις της άρδευσης.

Το πρόγραμμα άρδευσης που εφαρμόζεται σε μια καλλιέργεια για να θεωρηθεί βέλτιστο θα πρέπει να συμβάλλει σε μια συμφέρουσα και ικανοποιητική παραγωγή, αλλά και στην εξοικονόμηση νερού, αφού γίνεται όλο και πιο επιτακτική η ανάγκη της σωστής διαχείρισης αυτού, για περιβαλλοντικούς και οικονομικούς λόγους. Μια άλλη παράμετρος που επηρεάζει την παραγωγή, την ποιότητα των καρπών τομάτας αλλά και τη διαθεσιμότητα του νερού είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος άρδευσης. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία χαμηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (1,1-4,9 dS/m) δεν επηρεάζουν την παραγωγή, ωστόσο καλύτερης ποιότητας προϊόντα παράγονται σε συνθήκες υψηλής αγωγιμότητας (> 8,5 dS/m) με ταυτόχρονη μείωση της παραγωγής και τη μη αποτελεσματική χρήση του νερού άρδευσης (optimum 2,5-3 dS/m) (Dorais et al., 2001).

Στην παρούσα εργασία μελετάται η επίδραση της συχνότητας και της δόσης άρδευσης σε αυτόριζα και σε εμβολιασμένα φυτά τομάτας με σκοπό την αξιολόγηση του αρδευτικού προγράμματος αλλά και του φυτικού υλικού.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Το θερμοκήπιο

Το πείραμα έγινε στο αγρόκτημα του Βελεστίου στις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το αγρόκτημα βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ} 44'$ και γεωγραφικό μήκος $22^{\circ} 79'$, το υψόμετρο της περιοχής είναι 85 m, και απέχει 17 km από τον Βόλο. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από ζεστά και ξηρά καλοκαίρια, με μέση μέγιστη θερμοκρασία κατά τον θερμότερο μήνα περίπου 37°C και από ήπιους χειμώνες με μέση ελάχιστη θερμοκρασία κατά τον ψυχρότερο μήνα 4°C . Οι επικρατούντες άνεμοι της περιοχής έχουν κατεύθυνση είτε από Νοτιοανατολικά της Βορειοδυτικά (συνήθως της πρωινές ώρες), είτε από Βορειοδυτικά της Νοτιοανατολικά (συνήθως της απογευματινές ώρες).

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε θερμοκήπιο, τροποποιημένο τοξωτό, επιφανείας 160 m^2 (20 μέτρα μήκος και 8 μέτρα πλάτος) και μεγίστου ύψους 4,1m στον κορφιά, ενώ το ύψος του ορθοστάτη έφτανε τα 2,9m. Ταυτόχρονα χρησιμοποιήθηκε και δεύτερο θερμοκήπιο ιδίου τύπου για το μέγλωμα φυτών που χρησιμοποιήθηκαν για τη συμπλήρωση των κενών που δημιουργήθηκαν κατά της καταστροφικές μετρήσεις προκειμένου να διατηρηθεί σταθερή η πυκνότητα ($2.3\text{ φυτά} / \text{m}^2$) στο εσωτερικό του πειραματικού θερμοκηπίου. Το έδαφος των θερμοκηπίων ήταν πλήρως καλυμμένο με αδιαφανές, διπλής όψεως ασπρόμαυρο πλαστικό.

2.1.1. Αερισμός

Στο θερμοκήπιο υπήρχαν πλαϊνά ανοίγματα, κατά μήκος των δύο μεγάλων πλευρών, διαστάσεων $0.9\text{m} \times 16\text{m}$. Για τον φυσικό εξαερισμό του θερμοκηπίου επαρκούσαν τα πλαϊνά ανοίγματα. Ο αερισμός ελέγχονταν με μικροελεγκτή του συστήματος ελέγχου του μικροκλίματος του θερμοκηπίου. Η βασική ενεργοποίηση των ανοιγμάτων αερισμού γίνονταν με βάση τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Τα παράθυρα ξεκινούσαν να ανοίγουν όταν η θερμοκρασία εντός του θερμοκηπίου ξεπερνούσε τους 23°C , ενώ όταν έφτανε στους $28\text{-}30^{\circ}\text{C}$ τα παράθυρα είχαν το μέγιστο άνοιγμα.

2.1.2. Θέρμανση

Η θέρμανση του θερμοκηπίου γινόταν από ένα δίκτυο σωληνώσεων ζεστού νερού ενώ συμπληρωματικά υπήρχε και αξονικό αερόθερμο, τοποθετημένο σε απόσταση 2.5 m

από το έδαφος του θερμοκηπίου. Το δίκτυο των σωληνώσεων ήταν τοποθετημένο σε απόσταση 10cm από την επιφάνεια του εδάφους και αποτελούνταν από μια γραμμή προσαγωγής ζεστού νερού και μια γραμμή επιστροφής για κάθε σειρά της καλλιέργειας. Τόσο το αερόθερμο όσο και το σύστημα των επιδαπέδιων σωληνώσεων τροφοδοτούνταν με ζεστό νερό από τον ίδιο λεβητοκαυστήρα που ήταν τοποθετημένος στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Ο λεβητοκαυστήρας, παραγωγής ζεστού νερού ήταν ισχύος 175 W και χρησιμοποιούσε ως καύσιμο το πετρέλαιο.

Η λειτουργία τους ελέγχονταν μέσω του κεντρικού ελεγκτή κλίματος με βάση ένα αισθητήριο θερμοκρασίας-υγρασίας το οποίο ήταν τοποθετημένο στο μέσο του θερμοκηπίου και σε απόσταση 1,5m από την επιφάνεια του εδάφους. Η επιθυμητή θερμοκρασία του αέρα ήταν 20 °C κατά τη διάρκεια της ημέρας και 15 °C κατά τη διάρκεια της νύχτας.

2.2. Καλλιέργεια

2.2.1. Υπόστρωμα

Για τη θρέψη των φυτών χρησιμοποιήθηκε ανοιχτό υδροπονικό σύστημα έτσι ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος μολύνσεων από ασθένειες του εδάφους και να διασφαλιστεί η βέλτιστη θρέψη των φυτών. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν πετροβάμβακας, σε σάκους μήκους 1 μέτρου. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 102 σάκοι και τοποθετήθηκαν σε πάγκους, σε ύψος 0,5m πάνω από το έδαφος.

2.2.2. Άρδευση- Λίπανση

Η δόση άρδευσης, ο χρόνος και η ποιότητα του θρεπτικού διαλύματος, ελέγχονταν αυτόματα με το πρόγραμμα MACQU (Management and Control for Quality in Greenhouse). Από την υδροπονική κεφαλή ξεκινούν οι κύριες γραμμές του συστήματος άρδευσης-λίπανσης, διαμέτρου 32 mm, οι οποίες στη συνέχεια διακλαδίζονται στα θερμοκήπια, αποτελώντας της δευτερεύουσες γραμμές του συστήματος, διαμέτρου 16 mm. Οι δευτερεύουσες γραμμές βρίσκονται κατά μήκος των φυτών και φέρουν της σταλάκτες. Το υλικό των σωληνώσεων ήταν PVC. Για της απαραίτητες διακλαδώσεις και συνδέσεις, υπήρχαν ειδικά εξαρτήματα κατασκευασμένα από το ίδιο υλικό. Οι σταλάκτες ήταν τύπου στενής οπής και είχαν παροχή 1lt/h. Στην κεντρική εγκατάσταση άρδευσης, στην

αρχή κάθε κύριας γραμμής υπήρχε ηλεκτροβάνα, η οποία τροφοδοτούνταν με τάση 24 V, εφοδιασμένη με ηθμό για τη συγκράτηση των ανεπιθύμητων υλικών και προστασία του συστήματος από αποφράξεις των σωληνώσεων. Η ηλεκτροβάνα ενεργοποιούνταν αυτόματα από το MACQU.

Η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια, ήταν $2,1 \text{ mScm}^{-1}$ και το pH ήταν 5,6 με μικρές τροποποιήσεις, ανάλογα με της συνθήκες και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Η τροφοδοσία νερού και λιπασμάτων πραγματοποιούνταν μέσω συστήματος στάγδην άρδευσης. Η άρδευση βασιζόταν στην ηλιακή ακτινοβολία. Οι συχνότητες άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν, υπολογίστηκαν με βάση τη διαπνοή των φυτών. Η εκτίμηση της διαπνοής των φυτών, η οποία γινόταν με βάση την εξωτερική ηλιακή ακτινοβολία, έγινε με την παρακάτω σχέση:

$$ET \text{ (σε mm)} = Kc \cdot \tau \cdot a \cdot R_{gout} / [24450 \cdot (1-x)\%]$$

x :αποτελεί τον βαθμό απορροής του συστήματος

$\tau = 0,75$. Το τ αποτελεί τον συντελεστή διαπερατότητας του υλικού κάλυψης και παίρνει τις αντίστοιχες τιμές.

$a = 0,6$. Το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε λανθάνουσα θερμότητα (εξατμισοδιαπνοή των φυτών)

R_{gout} (σε kJ/m^2). Η ηλιακή ακτινοβολία έξω από το θερμοκήπιο

Kc : ο καλλιεργητικός συντελεστής και παίρνει διάφορες τιμές ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.

Η άρδευση των πειραματικών τεμαχίων με υψηλή συχνότητα άρδευσης συνέβαινε όταν η απορροή ήταν 5%. Σύμφωνα λοιπόν με τη διαπνοή αυτό πραγματοποιούνταν μετά από άθροισμα 3105 kJ/m^2 για $Kc = 0,5$, 1940 kJ/m^2 για $Kc = 0,8$ και 1555 kJ/m^2 για $Kc = 1$ ηλιακής ακτινοβολίας, μετρούμενης στο εξωτερικό του θερμοκηπίου. Αντίστοιχα η άρδευση στα πειραματικά τεμάχια με τη χαμηλή συχνότητα άρδευσης γινόταν όταν η απορροή ήταν 30% και αντιστοιχούσε στο άθροισμα των 3430 kJ/m^2 για $Kc = 0,5$, 2144 kJ/m^2 για $Kc = 0,8$ και 1715 kJ/m^2 για $Kc = 1$ της ηλιακής ακτινοβολίας.

Η δόση άρδευσης αντιστοιχούσε σε κάθε περίπτωση στην διαπνεόμενη ποσότητα νερού και ήταν 0,3mm για την υψηλή συχνότητα άρδευσης και 0,45mm για την χαμηλή συχνότητα άρδευσης.

Η εκτέλεση του θρεπτικού διαλύματος φαίνεται στον παρακάτω **Πίνακα 4**.

Πίνακας 4. Εκτέλεση θρεπτικού διαλύματος

Μακροστοιχεία	
	pH= 5,5-6,0 Ec= 2,05
Δοχείο Α	Κιλά σε 100 λίτρα νερού
Νιτρικό ασβέστιο (19% Ca, 14,5% NO ₃ -N, 1% NH ₄)	4,21 kg
Νιτρικό κάλιο (38,6% K, 1,8% NO ₃ -N)	0,89 kg
Νιτρική αμμωνία (17,5% NO ₃ , 17,5% NH ₄ -N)	0,42 kg
Νιτρικό μαγνήσιο (9,9% Mg, 11% NO ₃ -N)	0,64 kg
Χηλικός σίδηρος (6% Fe)	0,18 kg
Δοχείο Β	Κιλά σε 100 λίτρα νερού
Νιτρικό κάλιο (38,6% K, 13,8% NO ₃ -N)	3,69 kg
Φωσφορικό μονοκάλιο (21,3% P, 28,2% K)	1,73 kg
Θεικό κάλιο (41,5% K, 18,4% SO ₄ -S)	1,58 kg
Δοχείο οξέος	Κιλά σε 100 λίτρα νερού
Νιτρικό οξύ 67%	3,03 kg
Ιχνοστοιχεία	Διάλυμα όγκου 1 λίτρου
Θεικό μαγγάνιο (MnSO ₄ , 27,3% Mn)	30 gr
Βόριο (Βόρακα 11,28%)	25 gr
Θεικός χαλκός (CuSO ₄ , 25% Cu)	2 gr
Θεικός ψευδάργυρος (ZnSO ₄ , 22,7% Zn)	16 gr
Μολυβδαινικό νάτριο (Sodium Molibdate 39,6% Mo)	1,5 gr

2.2.3. Εγκατάσταση της καλλιέργειας και καλλιεργητικές επεμβάσεις

Χρησιμοποιήθηκαν υβρίδια τομάτας της ποικιλίας BELLADONNA (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karsten) σε τρεις δυνατούς συνδυασμούς: αυτόριζα (μάρτυρας), εμβολιασμένα πάνω σε υποκείμενα των ποικιλιών τομάτας YEDI και KING KONG.

Τα χαρακτηριστικά του φυτικού υλικού είναι:

- BELLADONA: είναι ποικιλία αυτογονιμοποιούμενη, με χαρακτηριστικό τη μεγάλη διάρκεια ζωής του καρπού, είναι μεσοπρώιμη και παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε δύο

φυλές του φουζάριου (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) και στον ιό του μωσαϊκού της τομάτας (TMV Tomato Mosaic Virus).

- YEDI: χρησιμοποιείται ευρέως ως υποκείμενο για εμβολιασμό τομάτας στις χώρες της Μεσογείου, διότι συμβάλλει στην υψηλή συνολική παραγωγή και στην καλή ποιότητα των καρπών. Είναι ανθεκτικό στον ιό του μωσαϊκού της τομάτας.
- KING KONG: έχει υψηλή ευρωστία και είναι ανθεκτικό στον ιό του μωσαϊκού της τομάτας.

Η μεταφύτευση των φυτών πραγματοποιήθηκε στις 8 Οκτωβρίου 2007, στο στάδιο των πέντε πραγματικών φύλλων. Η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ήταν 142 ημέρες από τη μεταφύτευση μέχρι τις 26 Φεβρουαρίου 2008.

Η καλλιέργεια ήταν εγκαταστημένη σε έξι σειρές στο θερμοκήπιο, με αποστάσεις φύτευσης επί της γραμμής 0,37 m, ενώ η απόσταση μεταξύ των γραμμών της διπλής σειράς ήταν 0,75 m. Άμεση συνέπεια η πυκνότητα φύτευσης να είναι ίση με 2,3 φυτά/m². Ανάμεσα της διπλής γραμμής υπήρχε διάδρομος πλάτους 1m. Το πειραματικό σχέδιο παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.

Η ανάπτυξη της καλλιέργειας έγινε με της συνηθισμένες καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόζουν οι παραγωγοί στα εμπορικά θερμοκήπια, δηλαδή της κύριος βλαστός και 5 καρποί σε κάθε ταξικαρπία. Τα φυτά υποστηρίχθηκαν με πλαστικό σπάγκο, ο οποίος ήταν δεμένος στα οριζόντια σύρματα του θερμοκηπίου με ειδικό εξάρτημα. Οι πλάγιοι βλαστοί αφαιρούνταν χειρωνακτικά σε τακτά χρονικά διαστήματα (μία φορά την εβδομάδα). Μετά τη συγκομιδή των καρπών κάθε ταξικαρπίας αφαιρούνταν τα υποκείμενα φύλλα, για τη μείωση της σχετικής υγρασίας στα κατώτερα μέρη του φυτού (αερισμός) και για την αύξηση της ανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας και τη συμβολή στην ταχύτερη ωρίμανση των καρπών. Οι κορυφές των φυτών αποκόπτονταν πριν την όγδοη ταξικαρπία. Στο θερμοκήπιο γινόταν συστηματικός έλεγχος των εντόμων και των ασθενειών. Τοποθετήθηκαν μπλε και κίτρινες παγίδες για τον έλεγχο του θρίπα και του αλευρώδη αντίστοιχα.

[illegible]

Σχήμα 1. Πειραματικό σχέδιο

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ 1: Θεωρείται η άρδευση κατά την οποία από τις 8/10/2007 έως τις 21/11/2007 γινόταν τέσσερα ποτίσματα την ημέρα διάρκειας 7,5 λεπτών το καθένα (8:00, 12:00, 16:00, 19:00). Μετά τις 21/11/2007 η άρδευση γινόταν με βάση την ηλιακή ακτινοβολία, το ποσοστό της απορροής (30%) και τη διαπνοή (0,45mm) ως εξής:

- Ταξιανθία 0-2: $R_{gout} = 3430 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$
- Ταξιανθία 2-6: $R_{gout} = 2144 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$
- Ταξιανθία 6-τέλος: $R_{gout} = 1715 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$

Η άρδευση αυτή θεωρείται χαμηλής συχνότητας.

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ 2: Η άρδευση από την εγκατάσταση του πειράματος μέχρι τις 21/11/2007 γινόταν σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας με ορισμένη διάρκεια έτσι ώστε να γίνονται συνολικά έξι ποτίσματα από 5 λεπτά το καθένα (8:00, 10:00, 12:00, 13:45, 16:30, 19:00). Μετά τις 21/11/2007 το πότισμα γινόταν, όπως και στη μεταχείριση 1, με βάση την ηλιακή ακτινοβολία, το ποσοστό απορροής (5%) και τη διαπνοή των φυτών (0,3mm). Με τα δεδομένα αυτά η άρδευση της μεταχείρισης 2 θεωρείται υψηλής συχνότητας και γινόταν όταν η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είχε τις εξής τιμές:

- Ταξιανθία 0-2: $R_{gout} = 3105 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$
- Ταξιανθία 2-6: $R_{gout} = 1940 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$
- Ταξιανθία 6-τέλος: $R_{gout} = 1555 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$

LB: Αυτόριζα φυτά τομάτας BELLADONNA, που δέχτηκαν τη μεταχείριση 1

LY: Εμβολιασμένα φυτά τομάτας BELLADONNA στο υποκείμενο YEDI, που δέχτηκαν τη μεταχείριση 1

LK: Εμβολιασμένα φυτά τομάτας BELLADONNA στο υποκείμενο KING KONG, που δέχτηκαν τη μεταχείριση 1

HB: Αυτόριζα φυτά τομάτας BELLADONNA, που δέχτηκαν τη μεταχείριση 2

HY: Εμβολιασμένα φυτά τομάτας BELLADONNA στο υποκείμενο YEDI, που δέχτηκαν τη μεταχείριση 2

HK: Εμβολιασμένα φυτά τομάτας BELLADONNA στο υποκείμενο KING KONG, που δέχτηκαν τη μεταχείριση 2

Οι αριθμοί 1, 2, 3, 4 αντιστοιχούν στα φυτά της κάθε ομάδας που επιλέχθηκαν για τις μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών και της παραγωγής.

Τα **A1, A2, A3, A4** αποτελούν τα φυτά της δευτερης καταστροφικής μέτρησης, τα **B1, B2, B3, B4** τα φυτά της τρίτης καταστροφικής μέτρησης, τα **C1, C2, C3, C4** τα φυτά της τέταρτης καταστροφικής μέτρησης και τα **D1, D2, D3, D4** τα φυτά της πέμπτης καταστροφικής μέτρησης. Η πρώτη καταστροφική μέτρηση έγινε στις 8/10/2007 πριν τη μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο.

2.3. Κλιματικές Μετρήσεις

Οι κλιματικές μετρήσεις αφορούσαν μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας (R_s , W/m^2), θερμοκρασία του αέρα (T , $^{\circ}C$) και σχετικής υγρασίας (RH , %).

- Για τις μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας χρησιμοποιήθηκε πυρανόμετρο τύπου CM6b, Kipp and Zonen Delft, the Netherlands.
- Για τις μετρήσεις θερμοκρασίας και της υγρασίας χρησιμοποιήθηκε αεριζόμενο ψυχρόμετρο. Το όργανο ήταν τοποθετημένο σε ύψος 1,50 m από την επιφάνεια του εδάφους.

Η καταγραφή και η αποθήκευση των μετρήσεων, γίνονταν σε καταγραφικό δεδομένων (Data logger) τύπου ΔΤ 3000. Οι μετρήσεις γίνονταν καθημερινά και για όλο το εικοσιτετράωρο, καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος.

2.4. Βιολογικές Μετρήσεις

2.4.1. Καταστροφικές μετρήσεις καρπών

Οι τιμές του χλωρού και ξηρού βάρους των καρπών καταγράφονταν με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα καθ' όλη την περίοδο ωρίμανσης των καρπών. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε από 4 φυτά από κάθε μεταχείριση, ενώ το ξηρό βάρος μετρήθηκε μετά από ξήρανση σε κλίβανο για 48 ώρες στους $105^{\circ}C$. Η ζύγιση γίνονταν με ζυγό ακριβείας εκατοστού του γραμμαρίου. Μετρήθηκαν:

- Αριθμός των καρπών
- Χλωρό Βάρος των καρπών
- Χλωρό Βάρος των καρπών ανά ταξικαρπία
- Ξηρό Βάρος των καρπών
- Ξηρό Βάρος των καρπών ανά ταξικαρπία

2.4.2. Καταστροφικές μετρήσεις ολόκληρου του φυτού

Καθ' όλη την πειραματική περίοδο πραγματοποιήθηκαν 6 καταστροφικές μετρήσεις ολόκληρου του φυτού. Τα κενά τους συμπληρώνονταν με επιπρόσθετα φυτά που βρίσκονταν στο ίδιο στάδιο ανάπτυξης. Για κάθε μέτρηση καταστρέφονταν 4 φυτά από κάθε μεταχείριση, και διαχωρίζονταν σύμφωνα με τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά σε βλαστούς, άνθη, φύλλα και καρπούς. Η κοπή των φυτών πραγματοποιούνταν νωρίς το πρωί ώστε να αποφευχθεί η απώλεια νερού των φυτών λόγω διαπνοής και πριν την πρώτη άρδευση για να μην έχει γίνει πρόσληψη επιπλέον νερού. Μετρήθηκαν το χλωρό και ξηρό βάρος με εισαγωγή τους σε φούρνο, στους 105 °C για 24 ώρες, ενώ οι καρποί για 48 ώρες. Τέλος έγινε αριθμητική καταμέτρηση όλων των μορφολογικών χαρακτηριστικών των φυτών. Η ζύγιση γίνονταν με ζυγό ακριβείας εκατοστού του γραμμαρίου. Μετρήθηκαν:

- Χλωρό Βάρος των φύλλων (*συμπεριλαμβάνεται ο μίσχος*)
- Χλωρό Βάρος των βλαστών
- Χλωρό Βάρος των ταξιανθιών (*συμπεριλαμβάνεται ο μίσχος του άνθους*)
- Χλωρό Βάρος των καρπών
- Ξηρό Βάρος των φύλλων (*συμπεριλαμβάνεται ο μίσχος*)
- Ξηρό Βάρος των βλαστών
- Ξηρό Βάρος των ταξιανθιών (*συμπεριλαμβάνεται ο μίσχος του άνθους*)
- Ξηρό Βάρος των καρπών

2.4.3. Απομάκρυνση των φύλλων

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου γίνονταν συστηματική αφαίρεση φύλλων με άμεση συνέπεια τη μείωση του αριθμού και της συνολικής φυλλικής επιφάνειας. Συγκεκριμένα αφαιρέθηκαν τα φύλλα μέχρι την πρώτη ταξικαρπία στις 20/12/2007 και στις 12/01/2008 αφαιρέθηκαν τα φύλλα μέχρι τη δεύτερη ταξικαρπία και κορφολογήθηκαν τα φυτά μετά την έβδομη ταξιανθία και αφέθηκαν όπου ήταν δυνατό δύο φύλλα. Μετρήθηκαν:

- Χλωρό Βάρος των αφαιρούμενων φύλλων (*συμπεριλαμβάνεται ο μίσχος*)
- Ξηρό Βάρος των αφαιρούμενων φύλλων (*συμπεριλαμβάνεται ο μίσχος*), τα οποία προστέθηκαν αντίστοιχα στα χλωρά και ξηρά βάρη των φύλλων της εκάστοτε καταστροφικής μέτρησης.

2.5. Μετρήσεις ανάπτυξης

2.5.1. Ολόκληρου του φυτού

Για τη μελέτη της αύξησης και ανάπτυξης των φυτών επιλέχθηκαν 4 φυτά από κάθε σειρά. Σε όλες τις μετρήσεις δίνονταν ιδιαίτερη προσοχή στην όσο το δυνατό μικρότερη επαφή με την κόμη, γιατί επηρεάζεται η ανάπτυξή της. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν με τη βοήθεια εύκαμπτης πλαστικής μετροταινίας με ακρίβεια της μέτρησης 0,5 cm.

Ως ύψος του φυτού είχε οριστεί το μήκος του κεντρικού βλαστού από την επιφάνεια του υποστρώματος μέχρι το τελευταίο σχηματισμένο φύλλο της κορυφής με μήκος μικρότερο από 10 cm.

Οι μετρήσεις ανάπτυξης των μορφολογικών χαρακτηριστικών των φυτών πραγματοποιούνταν με συχνότητα περίπου 2 φορές για κάθε εβδομάδα καθ'όλη την πειραματική περίοδο. Μετρήθηκαν:

- Μήκος του φυτού
- Συνολικός αριθμός φύλλων
- Αριθμός των νεκρών και αφαιρούμενων φύλλων
- Αριθμός των κόμβων
- Συνολικός αριθμός των ταξιανθιών
- Αριθμός των ανθέων ανά ταξιανθία
- Αριθμός των καρπών ανά ταξιανθία
- Ημερομηνία άνθησης
- Ημερομηνία σχηματισμού των καρπών
- Ημερομηνία συγκομιδής των ώριμων καρπών
- Ημερομηνία κορφολογήματος του κυρίου στελέχους των φυτών

2.5.2. Φύλλων

Η μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας καταγράφηκε με τη χρήση scanner και ειδικού προγράμματος σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Οι μετρήσεις βάρους πραγματοποιήθηκαν με ηλεκτρονικό ζυγό διακριτικότητας 5000g. Η συνολική ακρίβεια των μετρήσεων είναι της τάξεως του $\pm 0,01$ g.

2.6. Ποιοτικά χαρακτηριστικά

2.6.1 Σκληρότητα – συνεκτικότητα καρπού

Για τη μέτρηση της συνεκτικότητας των καρπών χρησιμοποιήθηκε πενετρόμετρο μοντέλου FT327, και εφαρμόστηκε σε δυο πλευρές κάθε καρπού. Το όργανο τοποθετήθηκε στην επιφάνεια του καρπού και πιέζοντάς το υπολογίστηκε η πίεση ή αντίσταση σε Kg. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε εφαρμόζοντας ελαφρά και σταθερά πίεση έως ότου το έμβολο (8mm) βυθίστηκε μέχρι το βάθος της ενδεικτικής γραμμής.

2.6.2 Διαλυτά στερεά συστατικά καρπών

Οι καρποί, που χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση της σκληρότητας – συνεκτικότητας στα δείγματα που ήδη δημιουργήθηκαν, κόπηκαν σε 4 τεταρτημόρια και επιλέχθηκαν τα 2 διαγώνια από κάθε καρπό. Έτσι για κάθε δείγμα τα 6 τμήματα καρπών ομογενοποιήθηκαν σε αναμείκτη.

Συγκεκριμένα, λαμβάνονταν 10gr περίπου πολτού και διηθούνταν με τη βοήθεια διηθητικού χαρτιού. Το διήθημα αυτό τοποθετούνταν στη γυάλινη πλάκα ενός διαθλασίμετρου για τη μέτρηση των διαλυτών στερεών συστατικών. Το διαθλασίμετρο που χρησιμοποιήθηκε γι' αυτό το σκοπό ήταν φορητό με διαβαθμίσεις 0,2 της κλίμακας.

2.6.3 pH – Οξύτητα

Για τη μέτρηση του pH χρησιμοποιήθηκαν 10gr πολτού, τα οποία διαλύθηκαν σε 100ml αποσταγμένου νερού. Στη συνέχεια το διάλυμα διηθήθηκε και χρησιμοποιήθηκαν 50ml του διηθήματος σε ογκομετρικό σωλήνα για τη μέτρηση του pH σε ψηφιακό πεχάμετρο, αφού πρώτα αυτό είχε βαθμονομηθεί με buffers με pH 4 και 7.

Μετά τη μέτρηση του pH στο ίδιο διάλυμα προστέθηκαν 3-4 σταγόνες του δείκτη φαινυλοφθαλείνης (αλκοολικό διάλυμα φαινυλοφθαλείνης 1%) και πραγματοποιήθηκε τιτλοδότηση με NaOH 0,01M μέχρι έως ότου το χρώμα του διαλύματος να γίνει μοβ-κόκκινο. Πολλαπλασιάζοντας τον όγκο του διαλύματος του NaOH με τον συντελεστή 0,0128 υπολογίστηκε η περιεκτικότητα του χυμού σε % κιτρικό οξύ. Ο συντελεστής αυτός

υπολογίστηκε με βάση τα ml του χυμού που χρησιμοποιήθηκαν, την κανονικότητα του διαλύματος του NaOH και το γραμμοίσοδύναμο του οξέος.

2.6.4 Λυκοπένιο

Σε σωλήνες φυγοκέντρισης προστέθηκε 1 gr πολτού τομάτας και 25ml ακετόνη. Στη συνέχεια οι σωλήνες φυγοκέντρισης ανακινήθηκαν για 60min στις 150στροφές/ min στο σκοτάδι, ώστε να παρεμποδιστεί η φωτο-επαγωγική οξείδωση του λυκοπένιου, και μετά φυγοκεντρήθηκαν στα 5.000g για 20min.

Το υπερκείμενο διάλυμα μεταφέρονταν σε ογκομετρική φιάλη και συμπληρώνονταν με ακετόνη μέχρι τελικού όγκου 25 ml. Η απορρόφηση του εκχυλίσματος μετρούνταν με φασματοφωτόμετρο, σε μήκος κύματος 503nm. Η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο υπολογίζονταν με βάση την εξίσωση της απορρόφησης

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot d$$

Όπου A : η απορρόφηση

ε : ο συντελεστής απόσβεσης με τιμή $17,2 \times 10^4 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ lt}$

c : το πλάτος της κυψελίδας, που είναι 1cm

d : η ζητούμενη συγκέντρωση του καρπού σε λυκοπένιο (mol/ lt)

και το M.B. του λυκοπένιου να είναι 536,85. Στη συνέχεια η συγκέντρωση σε λυκοπένιο εκφράστηκε σε mg/ 100g νωπού βάρους ιστού.

2.6.5 Ανόργανα στοιχεία

Η διαδικασία προετοιμασίας των δειγμάτων ξεκίνησε με την ξήρανση, με τη βοήθεια πυρίμαχων (Pyrex) δοχείων, για δύο ώρες περίπου στους 110°C . Από τα αποξηραμένα κομμάτια χρησιμοποιήθηκε δείγμα 1go, το οποίο τοποθετήθηκε σε ποτήρι ζέσεως, ενώ προστέθηκαν 10ml νιτρικού οξέος 65%. Στη συνέχεια το διάλυμα τοποθετήθηκε σε υδατόλουτρο στους 45°C για 24 ώρες. Μετά τη διέλευση της μίας μέρας, τα διαλύματα διηθήθηκαν από φίλτρα χαρτιού τύπου Ashless και το διήθημα τοποθετήθηκε σε ογκομετρική φιάλη των 50ml. Στα δείγματα τα οποία προορίζονταν για τον υπολογισμό της περιεκτικότητάς τους σε ασβέστιο προστέθηκε 1% λανθάνιο (Lanthanum III oxide for analysis La_2O_3 M.=325,81, Panreac), που αντιστοιχεί σε

ποσότητα 0,5gr, και για τη δημιουργία διαλύματος 50ml σε όλες τις φιάλες προστέθηκε απιονισμένο νερό, μέχρι τη συμπλήρωση αυτού του όγκου. Στη συνέχεια με ατομική απορρόφηση εκτιμήθηκαν οι περιεκτικότητες στα συγκεκριμένα μέταλλα και στο ασβέστιο.

2.7 Στατιστική ανάλυση

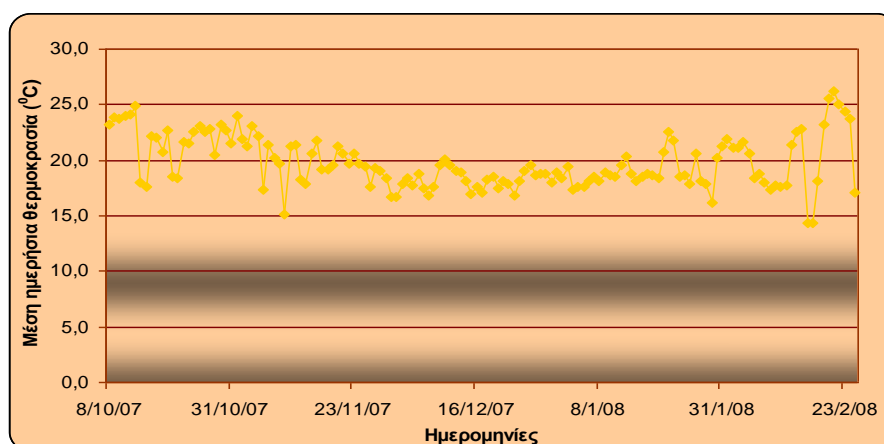
Για τη στατιστική ανάλυση έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) με τη χρήση του στατιστικού πακέτου «*SPSS 13,0 for Windows*» και οι μέσοι όροι των μεταχειρίσεων συγκρίθηκαν με βάση τα κριτήρια Duncan-test και της LSD, για επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$. Οι γραφικές παραστάσεις δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας το «*Microsoft Excel*».

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Κλιματικές παράμετροι

3.1.1. Θερμοκρασία αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου

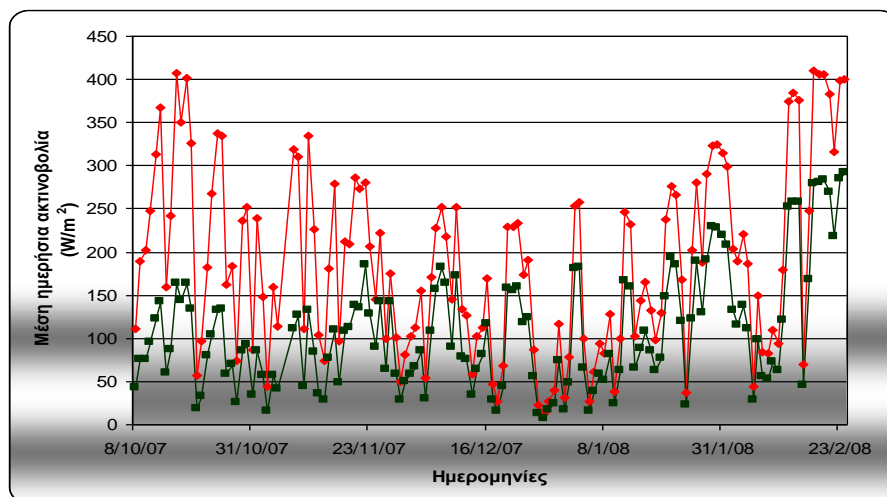
Η μέση ημερήσια θερμοκρασία του αέρα κατά την διάρκεια του πειράματος ήταν $19,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ με μέγιστη τιμή τους $26,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ και ελάχιστη τους $14,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου παρουσιάζεται παρακάτω **Σχήμα 2**:



Σχήμα 2. Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες $T\ (^{\circ}\text{C})$ κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών από την εγκατάσταση της καλλιέργειας

3.1.2. Ηλιακή ενέργεια στο εσωτερικό του θερμοκηπίου

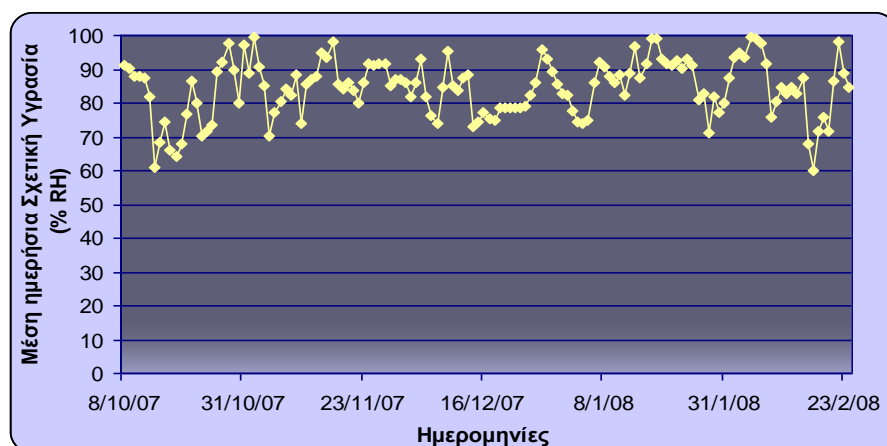
Ο μέσος όρος της ηλιακής ενέργειας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου ήταν $107,8\text{ W/m}^2$ και μέγιστη τιμή $291,2\text{ W/m}^2$, ενώ οι αντίστοιχες τιμές στο εξωτερικό του θερμοκηπίου ήταν $188,4\text{ W/m}^2$ και $410,4\text{ W/m}^2$. Η μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, αλλά και εκτός αυτού παρουσιάζεται παρακάτω **Σχήμα 3**:



Σχήμα 3. Μέσες ημερήσιες τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας R_s (W/m^2) κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών από την εγκατάσταση της καλλιέργειας
(Με κόκκινο παρουσιάζεται η εξωτερική ακτινοβολία και με πράσινο ή ακτινοβολία εντός του θερμοκηπίου)

3.1.3. Σχετική υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου

Την ίδια χρονική πειραματική περίοδο μετρήθηκαν και οι μέσες τιμές της σχετικής υγρασίας. Ο μέσος όρος της σχετικής υγρασίας ήταν 84% και κυμαινόταν μεταξύ 60% και 100%. (Σχήμα 4)



Σχήμα 4. Μέσες ημερήσιες τιμές της Σχετικής Υγρασίας RH (%) κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών από την εγκατάσταση της καλλιέργειας

3.2 Ανάπτυξη φυτών τομάτας

3.2.1. Ύψος φυτών

3.2.1.1. Επίδραση εμβολιασμού

Τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG είχαν εξαρχής μικρότερο ύψος χωρίς όμως να διαφοροποιείται ο αριθμός των φύλλων. Θεωρήθηκε σωστό να γίνει σύγκριση του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών και όχι του ύψους για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της επίδρασης του εμβολιασμού κατά τη στατιστική ανάλυση.

Στη μεταχείριση 1 τα αυτόριζα φυτά τομάτας είχαν διαφορές από τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI στα διαστήματα 1-5, 21-25, 25-28 ημερών από τη μεταφύτευση. Σε σχέση με τα εμβολιασμένα φυτά στα υποκείμενο KING KONG παρουσίασαν διαφορές στο ρυθμό ανάπτυξης στα διαστήματα 1-5, 21-25, 32-34, 41-43, 43-46 και 48-53 ημέρες από τη μεταφύτευση. Τα εμβολιασμένα φυτά στα δύο υποκείμενα είχαν διαφορές μεταξύ τους στα διαστήματα 1-5, 18-21, 32-34, 43-46. Μεγαλύτερο ύψος είχαν τελικά τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Μέσες τιμές του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών (cm / ημέρες) της μεταχείρισης 1

ΡΥΘΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ						
DAT	LB		LY		LK	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1 - 5	0,54 a	0,05	0,38 b	0,13	0,16 c	0,03
5 - 10	0,33 a	0,16	0,27 a	0,18	0,27 a	0,14
10 - 13	0,80 a	0,18	1,03 a	0,37	0,88 a	0,18
13 - 18	1,30 a	0,39	1,07 a	0,46	1,13 a	0,22
18 - 21	2,49 ab	0,13	2,76 a	0,74	2,19 b	0,25
21 - 25	2,44 a	0,67	1,81 b	0,49	1,81 b	0,31
25 - 28	2,73 a	0,53	3,24 b	0,46	3,09 ab	0,67
28 - 32	2,24 a	0,54	1,88 a	0,38	2,14 a	0,30
32 - 34	2,10 a	0,47	1,81 a	0,76	0,79 b	0,11
34 - 38	2,04 a	0,28	2,16 a	0,34	2,13 a	0,49
38 - 41	2,77 a	0,87	2,18 a	0,38	2,42 a	0,51
41 - 43	2,95 a	0,28	2,31 ab	0,81	1,88 b	0,76
43 - 46	2,48 a	0,23	2,81 a	0,29	1,94 b	0,54
46 - 48	1,90 a	1,02	1,93 a	0,35	2,50 a	1,04
48 - 53	2,49 a	0,08	2,24 ab	0,35	1,87 b	0,37
53 - 57	1,80 a	0,24	1,87 a	0,10	1,56 a	0,37
57 - 62	1,34 a	0,30	1,55 a	0,36	1,50 a	0,40
62 - 67	2,20 a	0,60	2,04 a	0,33	1,97 a	0,47
67 - 69	0,73 a	0,29	1,39 a	0,71	1,31 a	0,67
69 - 74	0,67 a	0,37	0,93 a	0,53	0,86 a	0,46
74 - 82	1,44 a	1,02	1,09 a	0,31	1,31 a	0,63
82 - 87	0,99 a	0,13	1,48 a	1,09	1,03 a	0,66
87 - 90	2,06 a	1,37	1,83 a	0,78	1,87 a	0,70

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Όσον αφορά το ρυθμό ανάπτυξης των φυτών που δέχθηκαν τη μεταχείριση 2 τα αποτελέσματα διαφοροποιούνται σε περισσότερες μετρήσεις. Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αυτορίζων και των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI παρουσιάζονται στα διαστήματα 1-5, 13-18, 18-21, 21-25, 41-43, 48-53, 57-62 και 87-90. Σε σχέση με τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG τα αυτορίζα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα διαστήματα 1-5, 5-10, 10-13, 18-21, 34-38, 43-46, 46-48, 48-53, 57-62, 62-67, 82-87 και 87-90. Τα εμβολιασμένα φυτά στα δύο υποκείμενα είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους στα διαστήματα 1-5, 5-10, 13-18, 34-38, 43-46, 48-53, 62-67 και 82-87. Μεγαλύτερο ύψος είχαν τα αυτορίζα φυτά και ακολουθούν τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο KING KONG (Πίνακας 6).

Πίνακας 6. Μέσες τιμές του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών (cm / ημέρες) της μεταχείρισης 2

ΡΥΘΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ						
DAT	HB		HY		HK	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1 - 5	0,88 a	0,05	0,64 b	0,14	0,28 c	0,04
5 - 10	0,50 a	0,15	0,51 a	0,15	0,24 b	0,16
10 - 13	0,48 a	0,28	0,76 ab	0,25	0,88 b	0,20
13 - 18	1,13 a	0,28	1,55 b	0,33	1,06 a	0,07
18 - 21	4,68 a	0,70	2,23 b	0,28	2,19 b	0,44
21 - 25	1,76 a	0,13	2,34 b	0,06	2,17 ab	0,54
25 - 28	2,83 a	0,43	2,99 a	0,40	3,23 a	0,05
28 - 32	1,82 a	0,56	1,94 a	0,52	2,10 a	0,11
32 - 34	1,53 a	0,54	1,83 a	0,79	1,29 a	0,82
34 - 38	1,75 a	0,29	1,82 a	0,45	2,28 b	0,20
38 - 41	2,88 a	0,45	2,74 a	0,56	2,44 a	0,33
41 - 43	2,80 a	0,73	1,50 b	0,52	2,34 a	0,37
43 - 46	1,79 a	0,46	1,93 a	0,54	2,69 b	0,59
46 - 48	2,96 a	0,98	2,25 ab	0,62	1,96 b	0,37
48 - 53	3,67 a	0,62	1,98 b	0,36	2,63 c	0,16
53 - 57	2,13 a	0,54	2,12 a	0,90	2,14 a	0,35
57 - 62	2,36 a	0,37	1,54 b	0,69	1,60 b	0,10
62 - 67	1,64 a	0,59	1,58 a	0,23	2,75 b	0,21
67 - 69	1,26 a	0,85	0,81 a	0,37	1,09 a	0,71
69 - 74	1,14 a	0,49	0,77 a	0,53	1,40 a	0,48
74 - 82	1,70 a	0,26	1,40 a	0,43	1,89 a	0,27
82 - 87	0,43 a	0,64	0,81 a	0,24	1,76 b	0,83
87 - 90	0,47 a	0,51	2,84 b	0,62	1,88 b	1,41

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.1.2 Επίδραση άρδευσης

Σε όλες τις μετρήσεις του ύψους των αυτόριζων φυτών υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς τις δύο μεταχειρίσεις της άρδευσης εκτός από τις 38, 41, 43, 46, 48 και 90 DAT.

Στα εμβολιασμένα φυτά σε υποκείμενο YEDI δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τις μεταχειρίσεις της άρδευσης εκτός από τις 10, 18 και 97 DAT, οπότε και έγινε το κορυφολόγημα των φυτών.

Τα εμβολιασμένα φυτά σε υποκείμενο KING KONG δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές από 1 έως 41 DAT, ενώ από 43 DAT μέχρι και το κορυφολόγημα των φυτών τα φυτά παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Μέσες τιμές του ύψους των φυτών (cm)

DAT	ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ											
	H.B.		L.B.		H.Y.		L.Y.		H.K.		L.K.	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	13,83 a	1,26	11 b	0,74	12,78 a	2,81	13,73 a	0,39	5,55 a	0,48	5,35 a	0,65
5	17,33 a	1,42	12,65 b	0,92	15,33 a	2,32	15,25 a	0,94	6,68 a	0,59	6 a	0,74
10	19,8 a	0,83	14,83 b	1,60	17,88 a	1,66	16,58 b	0,55	7,88 a	0,29	7,33 a	0,46
13	21,23 a	0,47	17,23 b	2,03	20,15 a	2,01	19,65 a	1,50	10,50 a	0,41	9,98 a	0,83
18	26,88 a	1,13	23,73 b	3,96	27,90 a	2,26	25,00 b	3,90	15,80 a	0,74	15,60 a	1,82
21	40,90 a	2,19	31,20 b	3,69	34,60 a	1,84	33,28 a	1,79	22,38 a	1,77	22,18 a	1,48
25	47,95 a	2,55	40,98 b	6,34	43,95 a	1,81	40,53 a	2,83	31,05 a	3,47	29,43 a	1,69
28	56,43 a	3,47	49,15 b	4,95	52,93 a	1,81	50,25 a	1,50	40,73 a	3,33	38,70 a	1,55
32	63,70 a	3,81	58,13 b	7,11	60,70 a	2,88	57,75 a	2,37	49,13 a	3,53	47,28 a	1,85
34	66,75 a	4,24	62,33 b	7,25	64,35 a	2,66	61,38 a	2,52	51,70 a	3,48	48,85 a	2,03
38	73,75 a	3,26	70,50 a	6,27	71,63 a	0,56	70,03 a	1,63	60,83 a	3,60	57,38 a	0,45
41	82,40 a	3,06	78,80 a	7,59	79,85 a	2,04	76,55 a	0,92	68,15 a	3,75	64,63 a	1,45
43	88,00 a	5,88	84,70 a	7,65	82,85 a	2,84	81,18 a	2,59	72,83 a	3,97	68,38 b	1,26
46	93,38 a	5,40	92,13 a	7,94	88,65 a	3,89	89,60 a	2,19	80,90 a	4,90	74,20 b	2,27
48	99,30 a	4,81	95,93 a	7,65	93,15 a	4,25	93,45 a	1,97	84,83 a	5,19	79,20 b	4,15
53	117,65 a	4,61	108,38 b	7,88	103,05 a	3,64	104,65 a	3,97	97,98 a	5,60	88,53 b	4,34
57	126,15 a	4,66	115,58 b	7,94	111,53 a	4,43	112,13 a	4,13	106,53 a	5,70	94,78 b	4,55
62	137,93 a	5,99	122,28 b	7,09	119,20 a	1,92	119,85 a	2,95	114,53 a	6,01	102,28 b	6,23
67	146,11 a	8,79	133,28 b	10,07	127,08 a	1,02	130,05 a	4,47	128,28 a	6,69	112,10 b	6,67
69	148,63 a	9,12	134,73 b	9,87	128,70 a	1,00	132,83 a	6,07	130,45 a	8,06	114,73 b	7,83
74	154,33 a	8,57	138,08 b	10,05	132,53 a	3,36	137,48 a	6,26	137,45 a	7,18	119,00 b	9,92
82	167,93 a	9,24	149,63 b	15,93	143,70 a	6,25	146,23 a	6,67	152,60 a	8,04	129,48 b	13,36
87	170,10 a	13,10	154,58 b	16,34	147,75 a	5,09	153,63 a	4,75	161,38 a	5,93	134,63 b	15,11
90	171,50 a	14,70	160,75 a	13,26	156,28 a	5,54	159,13 a	4,96	167,00 a	9,71	140,23 b	15,84
97	171,50 a	14,70	156,80 b	11,41	137,28 a	4,66	148,05 b	4,04	157,63 a	10,47	135,75 b	12,22

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.2. Αριθμός φύλλων

3.2.2.1. Επίδραση εμβολιασμού

Ως προς τον αριθμό των φύλλων στη μεταχείριση 1 τα εμβολιασμένα φυτά σε YEDI παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα αυτόριζα και τα εμβολιασμένα σε KING KONG σε όλες τις μετρήσεις, οι οποίες όμως εξαλείφονται με το κορυφολόγημα στις 97 DAT. Τα εμβολιασμένα σε KING KONG διαφοροποιούνται από τα αυτόριζα στις 13, 21, 48 και 87 DAT. Ο μέγιστος αριθμός φύλλων για τα εμβολιασμένα σε YEDI ήταν 26,5 για τα εμβολιασμένα σε KING KONG 24 και για τα αυτόριζα BELLADONNA 23, χωρίς να υπολογίζονται τα αφαιρούμενα φύλλα, που είναι 3 για όλα τα φυτά κατά το στάδιο αυτό (Πίνακας 8).

Πίνακας 8. Μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των φυτών της μεταχείρισης 1

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ						
DAT	L.B.		L.Y.		L.K	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00
5	6,50a	0,58	9,50b	0,58	6,25a	0,50
10	7,00a	0,00	10,75b	0,50	7,25a	0,50
13	8,00a	0,82	11,75b	0,50	9,00c	0,82
18	10,75a	1,26	14,00b	0,82	9,75c	0,50
21	12,25a	0,96	15,25b	0,96	11,00c	0,82
25	13,00a	0,00	16,50b	1,00	12,75a	0,50
28	14,25a	0,96	17,75b	0,96	13,75a	0,50
32	15,75a	0,50	18,25b	1,26	15,50a	0,58
34	16,00a	0,00	19,50b	1,29	16,00a	0,82
38	17,25a	0,96	20,00b	1,41	17,50a	1,00
41	18,75a	0,50	20,75b	0,96	18,25a	0,96
43	19,50a	0,58	22,25b	0,50	19,75a	1,26
46	20,25a	0,96	23,25b	0,96	20,75a	0,50
48	20,50a	1,00	23,50b	0,58	21,25c	0,96
53	20,75a	1,26	24,00b	0,82	21,75a	0,50
57	21,50a	1,00	24,00b	0,82	21,75a	0,50
62	21,50a	1,00	24,50b	1,29	22,25a	0,96
67	22,00a	1,63	24,75b	0,96	22,75a	1,71
69	23,00a	1,63	25,50b	1,00	23,75a	1,26
74	20,25a	1,26	22,75b	0,96	20,75a	1,26
82	22,50a	1,29	25,75b	1,50	23,75a	1,89
87	22,50a	1,29	26,25b	0,96	24,00c	2,16
90	23,00a	0,82	26,50b	1,29	24,00a	2,16
97	18,00a	1,83	19,00a	2,16	18,75a	1,71

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στη μεταχείριση 2 τα εμβολιασμένα σε YEDI παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα αυτόριζα φυτά εκτός από τις 57, 62, 67, 69, 82, 87 και 90 DAT. Τα εμβολιασμένα σε KING KONG διαφέρουν από τα αυτόριζα στις 5, 13, 46, 62, 74, 82 και 87 DAT. Μεταξύ τους τα εμβολιασμένα έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές εκτός από τις 90 DAT. Αφού έγινε το κορυφολόγημα στις 97 DAT και αφαιρέθηκαν και τα φύλλα πριν τη 1^η και 2^η ταξικαρπία τα αυτόριζα φυτά διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τα εμβολιασμένα σε YEDI, ενώ δε διαφέρουν από τα εμβολιασμένα σε KING KONG. Τα εμβολιασμένα φυτά δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους στο στάδιο αυτό (Πίνακας 9).

Πίνακας 9. Μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των φυτών της μεταχείρισης 2

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ						
DAT	H.B.		H.Y.		H.K	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00
5	6,00a	0,00	8,50b	1,00	6,75c	0,50
10	7,75a	0,53	9,75b	0,50	7,50a	0,58
13	8,00a	0,00	10,75b	0,50	8,75c	0,50
18	10,00a	0,00	12,75b	1,26	10,75a	0,96
21	11,50a	0,79	13,50b	1,00	12,00a	0,82
25	13,75a	0,79	15,25b	0,96	13,00a	0,82
28	15,00a	0,76	16,75b	0,50	14,50a	0,58
32	15,50a	0,49	17,50b	0,58	15,50a	0,58
34	15,75a	0,76	18,25b	0,50	15,75a	0,96
38	17,25a	0,69	19,00b	0,82	17,50a	0,58
41	18,00a	0,69	19,50b	0,58	18,25a	0,96
43	18,25a	0,69	21,50b	0,58	18,75a	0,96
46	18,50a	0,49	22,25b	0,96	19,50c	1,00
48	20,25a	0,49	22,50b	0,58	20,25a	1,26
53	21,50a	0,53	23,00b	0,82	21,00a	2,00
57	22,50ab	0,53	23,50a	1,29	21,75b	2,22
62	24,00a	0,49	24,00a	1,41	22,25b	1,89
67	25,00a	0,49	24,75a	1,26	23,00b	1,41
69	25,25ab	0,69	25,75a	1,26	24,00b	1,41
74	25,75a	0,53	22,75b	1,26	21,00c	1,41
82	25,25a	0,69	25,25a	0,96	23,50b	1,91
87	25,50a	0,79	25,50a	0,58	24,00b	1,41
90	25,75a	0,95	25,75a	0,50	24,75a	1,71
97	20,25a	0,76	17,75b	0,96	18,75ab	1,71

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.2.2 Επίδραση άρδευσης

Μέχρι τις 41 DAT τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς τη μεταχείριση της άρδευσης. Στις υπόλοιπες

μετρήσεις ο αριθμός των φύλλων διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά. Τα αυτόριζα φυτά τομάτας εμφανίζουν περισσότερα φύλλα στη μεταχείριση 2.

Το αντίστροφο συμβαίνει στα εμβολιασμένα φυτά τομάτας και στα δύο υποκείμενα. Μετά τις 48 DAT τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς τον αριθμό των φύλλων.

Τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG παρουσιάζουν διαφορές ως προς τον αριθμό των φύλλων στις δύο μεταχειρίσεις της άρδευσης στις 18, 21 και 43 έως 53 DAT, ενώ δεν έχουν διαφορές μέχρι το τέλος της πειραματικής περιόδου (Πίνακας 10).

Πίνακας 10. Μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των φυτών

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ												
DAT	H.B.		L.B.		H.Y.		L.Y.		H.K.		L.K.	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00
5	6,00a	0,00	6,50a	0,58	8,50a	1,00	9,50b	0,58	6,75a	0,50	6,25a	0,50
10	7,75a	0,53	7,00b	0,00	9,75a	0,50	10,75b	0,50	7,50a	0,58	7,25a	0,50
13	8,00a	0,00	8,00a	0,82	10,75a	0,50	11,75b	0,50	8,75a	0,50	9,00a	0,82
18	10,00a	0,00	10,75a	1,26	12,75a	1,26	14,00b	0,82	10,75a	0,96	9,75b	0,50
21	11,50a	0,79	12,25a	0,96	13,50a	1,00	15,25b	0,96	12,00a	0,82	11,00b	0,82
25	13,75a	0,79	13,00a	0,00	15,25a	0,96	16,50b	1,00	13,00a	0,82	12,75a	0,50
28	15,00a	0,76	14,25a	0,96	16,75a	0,50	17,75b	0,96	14,50a	0,58	13,75a	0,50
32	15,50a	0,49	15,75a	0,50	17,50a	0,58	18,25a	1,26	15,50a	0,58	15,50a	0,58
34	15,75a	0,76	16,00a	0,00	18,25a	0,50	19,50b	1,29	15,75a	0,96	16,00a	0,82
38	17,25a	0,69	17,25a	0,96	19,00a	0,82	20,00b	1,41	17,50a	0,58	17,50a	1,00
41	18,00a	0,69	18,75a	0,50	19,50a	0,58	20,75b	0,96	18,25a	0,96	18,25a	0,96
43	18,25a	0,69	19,50b	0,58	21,50a	0,58	22,25a	0,50	18,75a	0,96	19,75b	1,26
46	18,50a	0,49	20,25b	0,96	22,25a	0,96	23,25b	0,96	19,50a	1,00	20,75b	0,50
48	20,25a	0,49	20,50b	1,00	22,50a	0,58	23,50b	0,58	20,25a	1,26	21,25b	0,96
53	21,50a	0,53	20,75b	1,26	23,00a	0,82	24,00a	0,82	21,00a	2,00	21,75b	0,50
57	22,50a	0,53	21,50b	1,00	23,50a	1,29	24,00a	0,82	21,75a	2,22	21,75a	0,50
62	24,00a	0,49	21,50b	1,00	24,00a	1,41	24,50a	1,29	22,25a	1,89	22,25a	0,96
67	25,00a	0,49	22,00b	1,63	24,75a	1,26	24,75a	0,96	23,00a	1,41	22,75a	1,71
69	25,25a	0,69	23,00b	1,63	25,75a	1,26	25,50a	1,00	24,00a	1,41	23,75a	1,26
74	25,75a	0,53	20,25b	1,26	22,75a	1,26	22,75a	0,96	21,00a	1,41	20,75a	1,26
82	25,25a	0,69	22,50b	1,29	25,25a	0,96	25,75a	1,50	23,50a	1,91	23,75a	1,89
87	25,50a	0,79	22,50b	1,29	25,50a	0,58	26,25a	0,96	24,00a	1,41	24,00a	2,16
90	25,75a	0,95	23,00b	0,82	25,75a	0,50	26,50a	1,29	24,75a	1,71	24,00a	2,16
97	20,25a	0,76	18,00b	1,83	17,75a	0,96	19,00a	2,16	18,75a	1,71	18,75a	1,71

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.3. Αριθμός ταξιανθιών

3.2.3.1. Επίδραση εμβολιασμού

Στη μεταχείριση 1 τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα εμβολιασμένα φυτά σε υποκείμενο YEDI, ως προς τον αριθμό των ταξιανθιών, στις 25, 28, 34, 53, 57, 69, 74, 87 και 90 DAT. Σε σχέση με τα εμβολιασμένα

σε KING KONG διαφέρουν στατιστικά σημαντικά στις μετρήσεις που έγιναν στις 10, 18, 21, 28, 32, 38 και 48 DAT. Τα εμβολιασμένα φυτά έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους στις 10, 18, 21, 28, 32, 38, 43, 53 και 57 DAT (Πίνακας 11).

Πίνακας 11. Μέσες τιμές του αριθμού των ταξιανθιών των φυτών της μεταχείρισης 1

ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΩΝ						
DAT	L.B.		L.Y.		L.K	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
5	1,00a	0,00	1,00a	0,00	0,00b	0,00
10	1,00a	0,00	1,00a	0,00	0,25b	0,50
13	1,00a	0,00	1,00a	0,00	1,00a	0,00
18	1,75a	0,50	2,00a	0,00	1,00b	0,00
21	2,00a	0,00	2,00a	0,00	1,25b	0,50
25	2,00a	0,00	3,00b	0,00	2,00a	0,00
28	2,50a	0,58	3,00b	0,00	2,00c	0,00
32	3,00a	0,00	3,00a	0,00	2,50b	0,58
34	3,00a	0,00	3,50b	0,58	3,00a	0,00
38	3,75a	0,50	4,00a	0,00	3,25b	0,50
41	3,75a	0,50	4,50a	0,58	4,00a	0,00
43	4,00a	0,00	5,00b	0,00	4,00a	0,00
46	4,75a	0,50	5,00a	0,00	5,00a	0,00
48	4,75a	0,50	5,25ab	0,50	5,00b	0,00
53	5,00a	0,00	6,00b	0,00	5,00a	0,00
57	5,50a	0,58	6,00b	0,00	5,50a	0,58
62	6,00a	0,00	6,25a	0,50	6,00a	0,00
67	6,00a	0,00	6,25a	0,50	6,00a	0,00
69	6,25a	0,50	6,75b	0,50	6,50ab	0,58
74	6,25a	0,50	7,00b	0,82	6,75ab	0,50
82	6,75a	0,50	7,00a	0,82	6,75a	0,50
87	7,25a	0,50	8,00b	0,82	7,50ab	0,58
90	7,25a	0,50	8,00b	0,82	7,50ab	0,58
97	7,00a	0,00	7,00a	0,00	7,00a	0,00

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στη μεταχείριση 2 τα αυτόριζα φυτά διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τα εμβολιασμένα σε YEDI στις περισσότερες μετρήσεις εκτός από αυτές που έγιναν στις 18, 21, 25, 38, 67 και 90 DAT. Ως προς τα εμβολιασμένα σε KING KONG τα αυτόριζα έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 10, 13, 18, 21, 25, 28, 38, 46, 67 και 69 DAT, ενώ τα εμβολιασμένα φυτά παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους σε όλες τις μετρήσεις εκτός από αυτή που έγινε στις 87 DAT (Πίνακας 12).

Πίνακας 12. Μέσες τιμές του αριθμού των ταξιανθιών των φυτών της μεταχείρισης 2

ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΩΝ						
DAT	H.B.		H.Y.		H.K	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
5	0,00a	0,00	1,00b	0,00	0,00a	0,00
10	1,00a	0,00	1,00a	0,00	0,25b	0,50
13	1,00a	0,00	2,00b	0,00	0,75c	0,50
18	1,75a	0,49	2,00a	0,00	1,00b	0,00
21	2,00a	0,00	2,00a	0,00	1,00b	0,00
25	3,00a	0,53	3,00a	0,00	2,00b	0,00
28	3,00a	0,00	4,00b	0,00	2,00c	0,00
32	3,00a	0,00	4,00b	0,00	3,00a	0,00
34	3,25a	0,38	4,00b	0,00	3,00a	0,00
38	4,00a	0,49	4,25a	0,50	3,00b	0,00
41	4,00a	0,00	5,00b	0,00	4,00a	0,00
43	4,00a	0,00	5,00b	0,00	4,00a	0,00
46	4,00a	0,00	6,00b	0,00	4,75c	0,50
48	5,00a	0,00	6,00b	0,00	5,00a	0,00
53	5,50a	0,49	6,25b	0,50	5,25a	0,50
57	6,00a	0,00	7,00b	0,00	5,75a	0,50
62	6,00a	0,00	7,00b	0,00	5,75a	0,50
67	7,00a	0,00	7,25a	0,50	6,00b	0,00
69	7,00a	0,00	7,75b	0,50	6,25c	0,50
74	7,00a	0,00	7,75b	0,50	6,75a	0,50
82	7,75a	0,49	8,75b	0,50	7,25a	0,50
87	8,00a	0,00	8,75b	0,50	7,75ab	0,50
90	8,25ab	0,38	8,75a	0,50	8,00b	0,00
97	7,00a	0,00	7,00a	0,00	7,00a	0,00

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.3.2 Επίδραση άρδευσης

Γενικά τα αντόριζα φυτά BELLADONNA και τα εμβολιασμένα σε YEDI φαίνεται να έχουν επηρεαστεί από τη μεταχείριση της άρδευσης, ως προς τον αριθμό των ταξιανθιών, γιατί στις περισσότερες μετρήσεις έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Αντιθέτως τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε λιγότερες μετρήσεις και συγκεκριμένα στις 13, 21, 32 και 90 DAT (Πίνακας 13).

Οι διαφορές δεν υφίστανται μετά το κορυφολόγημα των φυτών στις 97 DAT, οπότε και ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό ήταν εφτά.

Πίνακας 13. Μέσες τιμές του αριθμού των ταξιανθιών των φυτών

ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΩΝ												
DAT	H.B.		L.B.		H.Y.		L.Y.		H.K.		L.K.	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
5	0,00a	0,00	1,00b	0,00	1,00a	0,00	1,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
10	1,00a	0,00	1,00a	0,00	1,00a	0,00	1,00a	0,00	0,25a	0,50	0,25a	0,50
13	1,00a	0,00	1,00a	0,00	2,00a	0,00	1,00b	0,00	0,75a	0,50	1,00b	0,00
18	1,75a	0,49	1,75a	0,50	2,00a	0,00	2,00a	0,00	1,00a	0,00	1,00a	0,00
21	2,00a	0,00	2,00a	0,00	2,00a	0,00	2,00a	0,00	1,00a	0,00	1,25b	0,50
25	3,00a	0,53	2,00b	0,00	3,00a	0,00	3,00a	0,00	2,00a	0,00	2,00a	0,00
28	3,00a	0,00	2,50b	0,58	4,00a	0,00	3,00b	0,00	2,00a	0,00	2,00a	0,00
32	3,00a	0,00	3,00a	0,00	4,00a	0,00	3,00b	0,00	3,00a	0,00	2,50b	0,58
34	3,25a	0,38	3,00a	0,00	4,00a	0,00	3,50b	0,58	3,00a	0,00	3,00a	0,00
38	4,00a	0,49	3,75a	0,50	4,25a	0,50	4,00a	0,00	3,00a	0,00	3,25a	0,50
41	4,00a	0,00	3,75a	0,50	5,00a	0,00	4,50b	0,58	4,00a	0,00	4,00a	0,00
43	4,00a	0,00	4,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00	4,00a	0,00	4,00a	0,00
46	4,00a	0,00	4,75b	0,50	6,00a	0,00	5,00b	0,00	4,75a	0,50	5,00a	0,00
48	5,00a	0,00	4,75a	0,50	6,00a	0,00	5,25b	0,50	5,00a	0,00	5,00a	0,00
53	5,50a	0,49	5,00b	0,00	6,25a	0,50	6,00a	0,00	5,25a	0,50	5,00a	0,00
57	6,00a	0,00	5,50b	0,58	7,00a	0,00	6,00b	0,00	5,75a	0,50	5,50a	0,58
62	6,00a	0,00	6,00a	0,00	7,00a	0,00	6,25b	0,50	5,75a	0,50	6,00a	0,00
67	7,00a	0,00	6,00b	0,00	7,25a	0,50	6,25b	0,50	6,00a	0,00	6,00a	0,00
69	7,00a	0,00	6,25b	0,50	7,75a	0,50	6,75b	0,50	6,25a	0,50	6,50a	0,58
74	7,00a	0,00	6,25b	0,50	7,75a	0,50	7,00b	0,82	6,75a	0,50	6,75a	0,50
82	7,75a	0,49	6,75b	0,50	8,75a	0,50	7,00b	0,82	7,25a	0,50	6,75a	0,50
87	8,00a	0,00	7,25b	0,50	8,75a	0,50	8,00b	0,82	7,75a	0,50	7,50a	0,58
90	8,25a	0,38	7,25b	0,50	8,75a	0,50	8,00b	0,82	8,00a	0,00	7,50b	0,58
97	7,00a	0,00	7,00a	0,00	7,00a	0,00	7,00a	0,00	7,00a	0,00	7,00a	0,00

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.4. Αριθμός κόμβων

3.2.4.1. Επίδραση εμβολιασμού

Ως προς τον αριθμό των κόμβων των φυτών που δέχτηκαν τη μεταχείριση 1, τα εμβολιασμένα φυτά τομάτας σε YEDI υπερτερούν κα παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο από τα αυτόριζα φυτά όσο και από τα εμβολιασμένα σε KING KONG. Ενώ τα εμβολιασμένα φυτά τομάτας σε KING KONG δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από αυτόριζα φυτά BELLADONNA. Αφού έγινε το κορυφολόγημα τα εμβολιασμένα σε YEDI έχουν διαφορές από τα αυτόριζα και τα εμβολιασμένα σε KING KONG έχοντας μέσο αριθμό κόμβων ίσο με 36,5, ενώ τα άλλα δύο δε διαφέρουν μεταξύ τους, με τα αυτόριζα να έχουν 33 κόμβους και τα εμβολιασμένα σε KING KONG 34 (Πίνακας 14).

Πίνακας 14. Μέσες τιμές του αριθμού των κόμβων των φυτών της μεταχείρισης 1

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΜΒΩΝ						
DAT	L.B.		L.Y.		L.K	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00
5	7,50a	0,58	10,50b	0,58	6,25c	0,50
10	8,00a	0,00	11,75b	0,50	7,50a	1,00
13	9,00a	0,82	12,75b	0,50	10,00c	0,82
18	12,50a	1,00	16,00b	0,82	10,75c	0,50
21	14,25a	0,96	17,25b	0,96	12,25c	0,96
25	15,00a	0,00	19,50b	1,00	14,75a	0,50
28	16,75a	1,50	20,75b	0,96	15,75c	0,50
32	18,75a	0,50	21,25b	1,26	18,00a	0,82
34	19,00a	0,00	23,00b	1,41	19,00a	0,82
38	21,00a	1,41	24,00b	1,41	20,75a	1,26
41	22,50a	1,00	25,25b	1,26	22,25a	0,96
43	23,50a	0,58	27,25b	0,50	23,75a	1,26
46	25,00a	1,41	28,25b	0,96	25,75a	0,50
48	25,25a	1,50	28,75b	0,96	26,25a	0,96
53	25,75a	1,26	30,00b	0,82	26,75a	0,50
57	27,00a	1,41	30,00b	0,82	27,25a	0,96
62	27,50a	1,00	30,75b	1,71	28,25a	0,96
67	28,00a	1,63	31,00b	1,41	28,75a	1,71
69	29,25a	1,71	32,25b	1,26	30,25a	1,50
74	29,50a	1,29	32,75b	1,71	30,50a	1,73
82	32,25a	1,26	35,75b	2,22	33,50a	2,38
87	32,75a	1,71	37,25b	1,71	34,50a	2,65
90	33,25a	1,26	37,50b	2,08	34,50a	2,65
97	33,00a	0,82	36,50b	1,29	34,00a	2,16

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στη μεταχείριση 2 τα αυτόριζα φυτά διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τα εμβολιασμένα σε YEDI από τις 5 έως 57 DAT. Τα εμβολιασμένα σε KING KONG διαφέρουν από τα αυτόριζα και τα εμβολιασμένα σε YEDI στις 5, 10, 25, 46 DAT και από 62 έως 87 DAT, από τα εμβολιασμένα σε YEDI διαφέρουν κατά τις 13, 18, 21, 32 έως 48 και 57 DAT. Κατά το κορυφολόγημα τα εμβολιασμένα φυτά τομάτας σε KING KONG, που είχαν μέσο αριθμό κόμβο 34,75, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τα εμβολιασμένα σε YEDI, με 36,5 κόμβους, ενώ δε διαφέρουν από τα αυτόριζα με 36 κόμβους. Επιπλέον τα εμβολιασμένα σε YEDI δε διαφέρουν από τα αυτόριζα στον αριθμό των κόμβων (Πίνακας 15).

Πίνακας 25. Μέσες τιμές του αριθμού των κόμβων των φυτών της μεταχείρισης 2

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΜΒΩΝ						
DAT	H.B.		H.Y.		H.K	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00
5	6,00a	0,00	9,50b	1,00	6,75c	0,50
10	8,75a	0,53	10,75b	0,50	7,75c	0,96
13	9,00a	0,00	12,75b	0,50	9,50a	0,58
18	11,75a	0,49	14,75b	1,26	11,75a	0,96
21	13,50a	0,79	15,50b	1,00	13,00a	0,82
25	16,75a	1,07	18,25b	0,96	15,00c	0,82
28	18,00a	0,76	20,75b	0,50	16,50c	0,58
32	18,50a	0,49	21,50b	0,58	18,50a	0,58
34	19,00a	1,07	22,25b	0,50	18,75a	0,96
38	21,25a	1,07	23,25b	0,50	20,50a	0,58
41	22,00a	0,69	24,50b	0,58	22,25a	0,96
43	22,25a	0,69	26,50b	0,58	22,75a	0,96
46	22,50a	0,49	28,25b	0,96	24,25c	1,26
48	25,25a	0,49	28,50b	0,58	25,25a	1,26
53	27,00a	0,38	29,25b	0,50	26,25a	1,89
57	28,50a	0,53	30,50b	1,29	27,50a	2,52
62	30,00a	0,49	31,00a	1,41	28,00b	2,16
67	32,00a	0,49	32,00a	0,82	29,00b	1,41
69	32,50a	0,82	33,50a	1,29	30,25b	1,26
74	33,00a	0,76	33,50a	1,29	30,75b	1,50
82	36,25a	1,00	37,00a	1,15	33,75b	1,71
87	36,75a	0,95	37,25a	0,96	34,75b	1,71
90	37,25a	1,29	37,50a	0,58	35,75a	1,71
97	36,00ab	1,07	36,50b	1,00	34,75a	1,71

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.4.2 Επίδραση άρδευσης

Τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των κόμβων στις δύο μεταχειρίσεις της άρδευσης στις 10, 25, 28, 43, 46 και 53 DAT έως το τέλος της πειραματικής περιόδου. Περισσότερους κόμβους είχαν τα φυτά της μεταχείρισης 2.

Αντίθετα τα εμβολιασμένα φυτά δεν παρουσίασαν διαφορές γενικά, εκτός από τις 5, 10, 21 και 25 DAT αυτά που ήταν εμβολιασμένα στο υποκείμενο YEDI και στις 18, 43 και 46 DAT τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG (Πίνακας 16).

Πίνακας 36. Μέσες τιμές του αριθμού των κόμβων των φυτών

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΜΒΩΝ												
DAT	H.B.		L.B.		H.Y		L.Y.		H.K.		L.K.	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00	5,00a	0,00
5	6,00a	0,00	7,50a	0,58	9,50a	1,00	10,50b	0,58	6,75a	0,50	6,25a	0,50
10	8,75a	0,53	8,00b	0,00	10,75a	0,50	11,75b	0,50	7,75a	0,96	7,50a	1,00
13	9,00a	0,00	9,00a	0,82	12,75a	0,50	12,75a	0,50	9,50a	0,58	10,00a	0,82
18	11,75a	0,49	12,50a	1,00	14,75a	1,26	16,00b	0,82	11,75a	0,96	10,75b	0,50
21	13,50a	0,79	14,25a	0,96	15,50a	1,00	17,25b	0,96	13,00a	0,82	12,25a	0,96
25	16,75a	1,07	15,00b	0,00	18,25a	0,96	19,50b	1,00	15,00a	0,82	14,75a	0,50
28	18,00a	0,76	16,75b	1,50	20,75a	0,50	20,75a	0,96	16,50a	0,58	15,75a	0,50
32	18,50a	0,49	18,75a	0,50	21,50a	0,58	21,25a	1,26	18,50a	0,58	18,00a	0,82
34	19,00a	1,07	19,00a	0,00	22,25a	0,50	23,00a	1,41	18,75a	0,96	19,00a	0,82
38	21,25a	1,07	21,00a	1,41	23,25a	0,50	24,00a	1,41	20,50a	0,58	20,75a	1,26
41	22,00a	0,69	22,50a	1,00	24,50a	0,58	25,25a	1,26	22,25a	0,96	22,25a	0,96
43	22,25a	0,69	23,50b	0,58	26,50a	0,58	27,25a	0,50	22,75a	0,96	23,75b	1,26
46	22,50a	0,49	25,00b	1,41	28,25a	0,96	28,25a	0,96	24,25a	1,26	25,75b	0,50
48	25,25a	0,49	25,25a	1,50	28,50a	0,58	28,75a	0,96	25,25a	1,26	26,25a	0,96
53	27,00a	0,38	25,75b	1,26	29,25a	0,50	30,00a	0,82	26,25a	1,89	26,75a	0,50
57	28,50a	0,53	27,00b	1,41	30,50a	1,29	30,00a	0,82	27,50a	2,52	27,25a	0,96
62	30,00a	0,49	27,50b	1,00	31,00a	1,41	30,75a	1,71	28,00a	2,16	28,25a	0,96
67	32,00a	0,49	28,00b	1,63	32,00a	0,82	31,00a	1,41	29,00a	1,41	28,75a	1,71
69	32,50a	0,82	29,25b	1,71	33,50a	1,29	32,25a	1,26	30,25a	1,26	30,25a	1,50
74	33,00a	0,76	29,50b	1,29	33,50a	1,29	32,75a	1,71	30,75a	1,50	30,50a	1,73
82	36,25a	1,00	32,25b	1,26	37,00a	1,15	35,75a	2,22	33,75a	1,71	33,50a	2,38
87	36,75a	0,95	32,75b	1,71	37,25a	0,96	37,25a	1,71	34,75a	1,71	34,50a	2,65
90	37,25a	1,29	33,25b	1,26	37,50a	0,58	37,50a	2,08	35,75a	1,71	34,50a	2,65
97	36,00a	1,07	33,00b	0,82	36,50a	1,00	36,50a	1,29	34,75a	1,71	34,00a	2,16

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.5. Αριθμός ανθέων

Ο αριθμός των ανθέων και των καρπών μετρήθηκαν μέχρι τις 103 DAT.

3.2.5.1. Επίδραση εμβολιασμού

Στη μεταχείριση 1 τα εμβολιασμένα φυτά σε YEDI έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στον αριθμό των ανθέων σ' όλες τις μετρήσεις σε σχέση με τα αυτόριζα φυτά, εκτός από τις 1 έως 21 DAT και στις 32, 74 και 90 DAT. Τα εμβολιασμένα σε KING KONG διαφέρουν σημαντικά από τα αυτόριζα κατά τις 5 έως 21 DAT, στις 28, 32, 41, 46 έως 62, 74, 90, 97, 101 και 103 DAT. Τα εμβολιασμένα σε KING KONG διαφέρουν από τα εμβολιασμένα σε YEDI στις 1 έως 34, 43 και 99 DAT (Πίνακας 17).

Πίνακας 47. Μέσες τιμές του αριθμού των ανθέων των φυτών της μεταχείρισης 1

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΘΕΩΝ						
DAT	L.B.		L.Y.		L.K	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
5	2,50a	0,58	3,00a	0,00	0,00b	0,00
10	4,25a	0,50	3,75a	0,50	0,00b	0,00
13	4,75a	0,50	4,50a	1,00	0,75b	1,50
18	7,00a	2,94	7,50a	1,00	3,50b	0,58
21	9,00a	1,41	8,50a	1,29	4,75b	1,50
25	8,75a	2,06	12,50b	2,65	8,00a	1,15
28	10,75a	2,50	13,75b	2,50	8,50c	1,29
32	12,25ab	1,71	14,00a	2,45	10,50b	1,91
34	11,75a	1,71	16,75b	3,77	13,50a	1,29
38	13,50a	3,87	17,50b	1,29	15,00ab	1,83
41	13,00a	3,92	19,25b	4,43	18,25b	2,63
43	14,25a	3,59	22,25b	3,86	17,25a	1,50
46	17,25a	3,86	22,50b	2,65	21,50b	3,00
48	18,00a	3,16	23,25b	3,59	22,25b	4,03
53	18,25a	0,96	24,50b	1,91	23,75b	3,77
57	18,25a	2,36	25,50b	3,51	25,00b	1,41
62	19,75a	1,71	24,50b	3,87	26,50b	2,38
67	17,50a	1,73	23,25b	3,50	20,25ab	1,50
69	18,75a	2,06	23,25b	3,50	22,00ab	2,58
74	19,25a	2,22	21,50ab	3,11	23,00b	2,83
82	18,75a	1,71	19,50a	2,08	20,00a	2,58
87	20,75a	1,89	19,00a	2,94	19,25a	1,50
90	20,50a	0,58	19,25ab	2,99	18,25b	0,96
97	17,50a	1,29	13,25b	2,63	14,25b	0,00
99	14,25a	2,63	8,75b	3,10	12,50a	2,38
101	14,00a	1,15	5,75b	2,22	8,75b	3,30
103	9,00a	1,63	0,75b	0,50	2,75b	2,75

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στη μεταχείριση 2 τα εμβολιασμένα σε YEDI δεν έχουν σημαντικές διαφορές από τα αντόριζα κατά τις 1, 21, 38, 46, 48, 53, 67, 69, 74, 97 και 99 DAT. Ενώ τα εμβολιασμένα σε KING KONG έχουν διαφορές από τα αντόριζα σε περισσότερες μετρήσεις, ενώ δε διαφέρουν στις 1, 32, 34, 38, 69, 74, 90, 101 και 103 DAT. Τα εμβολιασμένα μεταξύ τους παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 5 έως 34, 53, 67 και 90 DAT (Πίνακας 18).

Πίνακας 58. Μέσες τιμές του αριθμού των ανθέων των φυτών της μεταχείρισης 2

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΘΕΩΝ						
DAT	H.B.		H.Y.		H.K	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
5	0,75a	0,76	3,75b	0,00	0,00c	0,00
10	4,00a	0,00	4,75b	0,50	0,50c	1,00
13	4,50a	0,76	8,25b	1,00	2,00c	1,41
18	7,50a	1,15	9,75b	1,00	4,00c	0,00
21	9,50a	0,90	9,75a	1,29	4,25b	0,50
25	12,75a	2,21	16,25b	2,65	9,75c	0,96
28	14,75a	2,34	18,50b	2,50	10,00c	0,82
32	13,50a	2,31	19,50b	2,45	14,50a	1,29
34	13,25a	3,18	19,00b	3,77	15,25a	0,96
38	15,75a	2,75	18,25a	1,29	16,75a	2,50
41	15,75a	3,20	20,75b	4,43	20,75b	2,22
43	16,75a	2,50	21,50b	3,86	22,00b	2,45
46	17,25a	2,65	24,25ab	2,65	25,50b	2,38
48	21,25a	3,72	25,00ab	3,59	26,25b	2,63
53	23,00ab	3,36	22,00a	1,91	25,50b	2,65
57	21,75a	2,45	25,75b	3,51	25,75b	3,86
62	20,25a	3,39	26,25b	3,87	26,50b	4,36
67	22,50ab	3,69	25,50a	3,50	20,75b	2,99
69	23,25a	3,24	24,75a	3,50	21,75a	3,30
74	23,25a	2,79	23,75a	3,11	23,25a	3,50
82	18,25a	2,58	24,00b	2,08	21,25b	2,99
87	16,75a	2,98	23,50b	2,94	20,75b	2,22
90	16,25a	2,71	24,75b	2,99	22,00c	1,41
97	14,50a	2,24	15,25a	2,63	16,75a	0,96
99	13,50a	2,34	10,75a	3,10	14,00a	0,82
101	12,50a	2,88	5,75b	0,00	7,50b	2,52
103	6,75a	3,24	3,25b	0,50	1,75b	0,96

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.5.2. Επίδραση άρδευσης

Τα αντόριζα φυτά τομάτας έχουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης στις 53, 57, 67, 69, 74, 87, 90 και 97 DAT.

Τα εμβολιασμένα σε YEDI έχουν διαφορές ως προς τον αριθμό των ανθέων στις 82 έως 97 και στις 103 DAT.

Τα εμβολιασμένα σε KING KONG έδειξαν διαφορές σε λιγότερες μετρήσεις, στις 43, 46, 48 και 90 DAT (Πίνακας 19).

Πίνακας 69. Μέσες τιμές του αριθμού των ανθέων των φυτών

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΘΕΩΝ												
DAT	H.B.		L.B.		H.Y		L.Y.		H.K.		L.K.	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
1	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
5	0,75a	0,76	2,50b	0,58	3,75a	0,00	3,00b	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
10	4,00a	0,00	4,25a	0,50	4,75a	0,50	3,75b	0,50	0,50a	1,00	0,00b	0,00
13	4,50a	0,76	4,75a	0,50	8,25a	1,00	4,50b	1,00	2,00a	1,41	0,75b	1,50
18	7,50a	1,15	7,00a	2,94	9,75a	1,00	7,50b	1,00	4,00a	0,00	3,50a	0,58
21	9,50a	0,90	9,00a	1,41	9,75a	1,29	8,50b	1,29	4,25a	0,50	4,75a	1,50
25	12,75a	2,21	8,75b	2,06	16,25a	2,65	12,50b	2,65	9,75a	0,96	8,00a	1,15
28	14,75a	2,34	10,75b	2,50	18,50a	2,50	13,75b	2,50	10,00a	0,82	8,50a	1,29
32	13,50a	2,31	12,25a	1,71	19,50a	2,45	14,00b	2,45	14,50a	1,29	10,50b	1,91
34	13,25a	3,18	11,75a	1,71	19,00a	3,77	16,75a	3,77	15,25a	0,96	13,50a	1,29
38	15,75a	2,75	13,50a	3,87	18,25a	1,29	17,50a	1,29	16,75a	2,50	15,00a	1,83
41	15,75a	3,20	13,00a	3,92	20,75a	4,43	19,25a	4,43	20,75a	2,22	18,25a	2,63
43	16,75a	2,50	14,25a	3,59	21,50a	3,86	22,25a	3,86	22,00a	2,45	17,25b	1,50
46	17,25a	2,65	17,25a	3,86	24,25a	2,65	22,50a	2,65	25,50a	2,38	21,50b	3,00
48	21,25a	3,72	18,00a	3,16	25,00a	3,59	23,25a	3,59	26,25a	2,63	22,25b	4,03
53	23,00ab	3,36	18,25b	0,96	22,00a	1,91	24,50a	1,91	25,50a	2,65	23,75a	3,77
57	21,75a	2,45	18,25b	2,36	25,75a	3,51	25,50a	3,51	25,75a	3,86	25,00a	1,41
62	20,25a	3,39	19,75a	1,71	26,25a	3,87	24,50a	3,87	26,50a	4,36	26,50a	2,38
67	22,50ab	3,69	17,50b	1,73	25,50a	3,50	23,25a	3,50	20,75a	2,99	20,25a	1,50
69	23,25a	3,24	18,75b	2,06	24,75a	3,50	23,25a	3,50	21,75a	3,30	22,00a	2,58
74	23,25a	2,79	19,25b	2,22	23,75a	3,11	21,50a	3,11	23,25a	3,50	23,00a	2,83
82	18,25a	2,58	18,75a	1,71	24,00a	2,08	19,50b	2,08	21,25a	2,99	20,00a	2,58
87	16,75a	2,98	20,75b	1,89	23,50a	2,94	19,00b	2,94	20,75a	2,22	19,25a	1,50
90	16,25a	2,71	20,50b	0,58	24,75a	2,99	19,25b	2,99	22,00a	1,41	18,25b	0,96
97	14,50a	2,24	17,50b	1,29	15,25a	2,63	13,25b	2,63	16,75a	0,96	14,25a	0,00
99	13,50a	2,34	14,25a	2,63	10,75a	3,10	8,75a	3,10	14,00a	0,82	12,50a	2,38
101	12,50a	2,88	14,00a	1,15	5,75a	0,00	5,75a	2,22	7,50a	2,52	8,75a	3,30
103	6,75a	3,24	9,00a	1,63	3,25a	0,50	0,75b	0,50	1,75a	0,96	2,75a	2,75

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.6. Αριθμός πράσινων καρπών

3.2.6.1. Επίδραση εμβολιασμού

Η εμφάνιση του πρώτου καρπού ήταν στις 28 DAT στα αυτόριζα φυτά BELLADONNA και στα εμβολιασμένα σε YEDI, ενώ τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG εμφάνισαν τον πρώτο καρπό στις 38 DAT.

Στη μεταχείριση 1 τα εμβολιασμένα σε YEDI έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα αυτόριζα ως προς τον αριθμό των πράσινων καρπών σε όλες τις μετρήσεις εκτός από τις 38 έως 48 DAT. Στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα αυτόριζα παρουσίασαν και τα εμβολιασμένα σε KING KONG σε όλες τις μετρήσεις εκτός από τις 57 και 62 DAT. Τα εμβολιασμένα στα δύο υποκείμενα διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους στις 38 έως 62, 82 και 99 DAT (Πίνακας 20).

Πίνακας 20. Μέσες τιμές του αριθμού των πράσινων καρπών των φυτών της μεταχείρισης 1

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΠΩΝ						
DAT	L.B.		L.Y.		L.K	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
28	0,00a	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
32	1,50a	1,29	0,50b	1,00	0,00c	0,00
34	2,00a	1,41	1,00a	0,82	0,00b	0,00
38	4,25a	1,50	3,50a	1,00	0,00b	0,00
41	4,75a	0,50	4,00a	1,15	0,50b	1,00
43	4,75a	0,50	4,25a	0,96	1,25b	1,26
46	5,50a	1,00	5,75a	0,50	2,75b	0,96
48	5,75a	1,26	6,25a	0,50	3,50b	1,00
53	7,00a	2,16	8,75b	1,50	4,75c	2,06
57	8,50a	1,73	10,50b	2,52	6,75a	0,96
62	9,00a	2,00	13,50b	2,52	7,50a	1,29
67	9,75a	2,63	14,75b	2,50	12,50b	2,65
69	9,75a	2,63	14,75b	2,50	13,00b	2,16
74	9,75a	2,63	16,50b	2,89	14,50b	2,38
82	11,75a	2,87	19,75b	3,40	17,00c	2,16
87	12,00a	2,45	19,50b	3,00	18,25b	1,89
90	13,00a	2,31	20,25b	2,50	19,25b	2,63
97	15,50a	1,73	21,75b	2,63	20,50b	2,52
99	18,00a	2,94	23,75b	3,30	21,00c	1,41
101	14,00a	2,71	23,25b	4,19	23,00b	4,69
103	15,25a	2,06	27,50b	3,11	27,00b	5,35

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στη μεταχείριση 2 τα εμβολιασμένα σε YEDI δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA κατά τις μετρήσεις 74, 82, 87, 90, 99 και 101 DAT. Τα εμβολιασμένα σε KING KONG δε διαφέρουν σημαντικά από τα αυτόριζα στις 101 και 103 DAT. Το ίδιο ισχύει και για τα εμβολιασμένα μεταξύ τους (**Πίνακας 21**).

Πίνακας 21. Μέσες τιμές του αριθμού των πράσινων καρπών των φυτών της μεταχείρισης 2

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΠΩΝ						
DAT	H.B.		H.Y.		H.K.	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
28	0,25a	0,50	0,50a	1,00	0,00b	0,00
32	2,50a	1,00	1,50b	1,29	0,00c	0,00
34	3,50a	1,00	2,50a	1,73	0,00b	0,00
38	3,75a	0,96	5,25b	2,06	0,25c	0,50
41	4,25a	0,96	7,75b	0,96	1,50c	1,29
43	4,75a	1,26	7,25b	0,96	1,50c	1,29
46	5,00a	0,82	9,00b	1,63	2,00c	1,41
48	6,50a	1,91	10,50b	2,65	2,75c	1,50
53	8,00a	1,41	13,25b	0,96	6,00c	0,82
57	11,00a	1,15	15,00b	1,41	7,25c	2,06
62	13,00a	1,41	15,25b	0,96	8,50c	1,29
67	13,50a	7,27	16,25b	1,26	9,75c	1,26
69	14,50a	7,63	17,00b	2,00	9,75c	1,26
74	16,50a	8,54	18,00a	1,41	10,50b	1,29
82	20,25a	10,21	19,25a	1,26	13,50b	1,29
87	21,75a	10,84	20,50a	1,29	14,25b	0,96
90	22,25a	11,21	20,75a	1,50	15,00b	1,41
97	24,50a	12,08	22,00b	1,41	16,25c	0,96
99	25,75a	12,73	26,50a	3,00	19,00b	0,82
101	26,75a	13,23	27,00a	6,00	23,25a	2,50
103	29,25a	14,71	24,25b	8,77	28,00ab	1,41

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.2.6.2. Επίδραση άρδευσης

Γενικά τα αυτόριζα φυτά παρουσιάζουν διαφορές ως προς την άρδευση εκτός από τις 38 έως 53 DAT.

Διαφορές παρουσιάζουν αρχικά και τα εμβολιασμένα σε YEDI, αλλά αυτές εξαλείφονται κατά την εξέλιξη της πειραματικής περιόδου και συνεπώς δεν υπάρχουν διαφορές στις 67 DAT και από 74 έως 103 DAT.

Τα εμβολιασμένα φυτά σε KING KONG παρουσιάζουν διαφορές ως προς τις μεταχειρίσεις της άρδευσης από τις 67 έως 97 DAT (**Πίνακας 22**).

Πίνακας 22. Μέσες τιμές του αριθμού των πράσινων καρπών των φυτών

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΠΩΝ												
DAT	H.B.		L.B.		H.Y		L.Y.		H.K.		L.K.	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
28	0,25a	0,50	0,00b	0,00	0,50a	1,00	0,00b	0,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
32	2,50a	1,00	1,50b	1,29	1,50a	1,29	0,50b	1,00	0,00a	0,00	0,00a	0,00
34	3,50a	1,00	2,00b	1,41	2,50a	1,73	1,00b	0,82	0,00a	0,00	0,00a	0,00
38	3,75a	0,96	4,25a	1,50	5,25a	2,06	3,50b	1,00	0,25a	0,50	0,00b	0,00
41	4,25a	0,96	4,75a	0,50	7,75a	0,96	4,00b	1,15	1,50a	1,29	0,50a	1,00
43	4,75a	1,26	4,75a	0,50	7,25a	0,96	4,25b	0,96	1,50a	1,29	1,25a	1,26
46	5,00a	0,82	5,50a	1,00	9,00a	1,63	5,75b	0,50	2,00a	1,41	2,75a	0,96
48	6,50a	1,91	5,75a	1,26	10,50a	2,65	6,25b	0,50	2,75a	1,50	3,50a	1,00
53	8,00a	1,41	7,00a	2,16	13,25a	0,96	8,75b	1,50	6,00a	0,82	4,75a	2,06
57	11,00a	1,15	8,50b	1,73	15,00a	1,41	10,50b	2,52	7,25a	2,06	6,75a	0,96
62	13,00a	1,41	9,00b	2,00	15,25a	0,96	13,50b	2,52	8,50a	1,29	7,50a	1,29
67	13,50a	7,27	9,75b	2,63	16,25a	1,26	14,75a	2,50	9,75a	1,26	12,50b	2,65
69	14,50a	7,63	9,75b	2,63	17,00a	2,00	14,75b	2,50	9,75a	1,26	13,00b	2,16
74	16,50a	8,54	9,75b	2,63	18,00a	1,41	16,50a	2,89	10,50a	1,29	14,50b	2,38
82	20,25a	10,21	11,75b	2,87	19,25a	1,26	19,75a	3,40	13,50a	1,29	17,00b	2,16
87	21,75a	10,84	12,00b	2,45	20,50a	1,29	19,50a	3,00	14,25a	0,96	18,25b	1,89
90	22,25a	11,21	13,00b	2,31	20,75a	1,50	20,25a	2,50	15,00a	1,41	19,25b	2,63
97	24,50a	12,08	15,50b	1,73	22,00a	1,41	21,75a	2,63	16,25a	0,96	20,50b	2,52
99	25,75a	12,73	18,00b	2,94	26,50a	3,00	23,75a	3,30	19,00a	0,82	21,00a	1,41
101	26,75a	13,23	14,00b	2,71	27,00a	6,00	23,25a	4,19	23,25a	2,50	23,00a	4,69
103	29,25a	14,71	15,25b	2,06	24,25a	8,77	27,50a	3,11	28,00a	1,41	27,00a	5,35

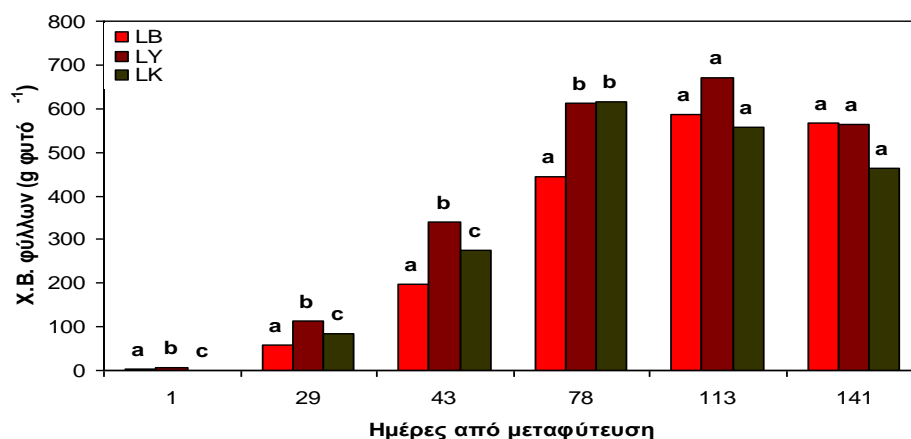
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.3. Παραγωγή βιομάζας

3.3.1. Χλωρό βάρος φύλλων

3.3.1.1. Επίδραση εμβολιασμού

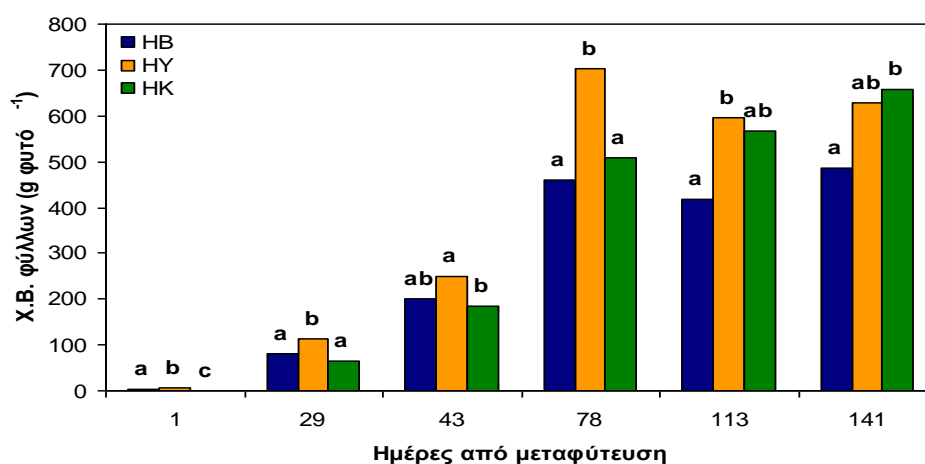
Σε όλες τις καταστροφικές μετρήσεις τα φυτά της μεταχείρισης 1 παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, εκτός από τις δύο τελευταίες στις 113 και στις 141 ημέρες από τη μεταφύτευση. Επίσης στη μέτρηση που έγινε στις 78 ημέρες από τη μεταφύτευση τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο YEDI και τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο KING KONG δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Εξέλιξη του χλωρού βάρους των φύλλων (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Κατά τη μεταχείριση 2 τα εμβολιασμένα φυτά σε YEDI διαφέρουν σημαντικά ως προς το χλωρό βάρος των φύλλων με τα αντόριζα φυτά BELLADONNA στις 8/10/2007, που ήταν η πρώτη μέτρηση πριν τη μεταφύτευση των φυτών, στις 29, 78 και στις 113 ημέρες από τη μεταφύτευση. Τα εμβολιασμένα σε KING KONG διαφοροποιούνται σε σχέση με τα αντόριζα στη 1 και στις 141 ημέρες από τη μεταφύτευση. Τα εμβολιασμένα σε YEDI διαφέρουν με τα εμβολιασμένα σε KING KONG σ' όλες τις μετρήσεις εκτός από τις δύο τελευταίες στις 113 και στις 141 ημέρες από τη μεταφύτευση (**Σχήμα 3**).

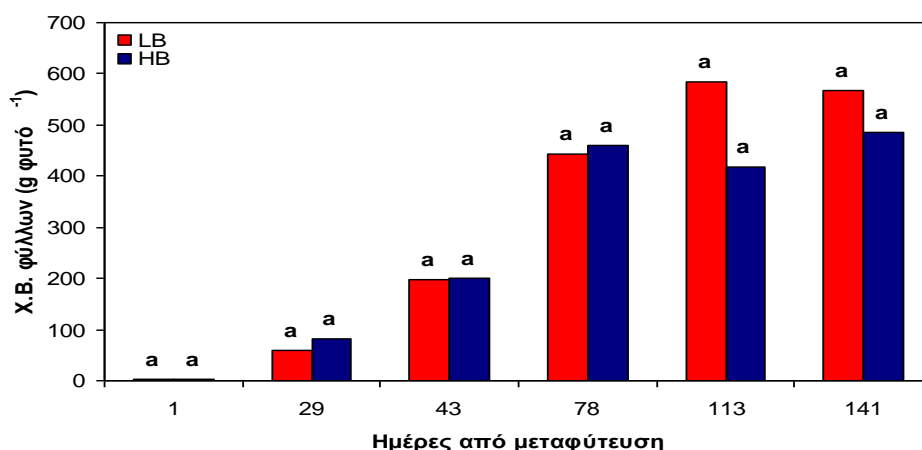


Σχήμα 3. Εξέλιξη του χλωρού βάρους των φύλλων (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

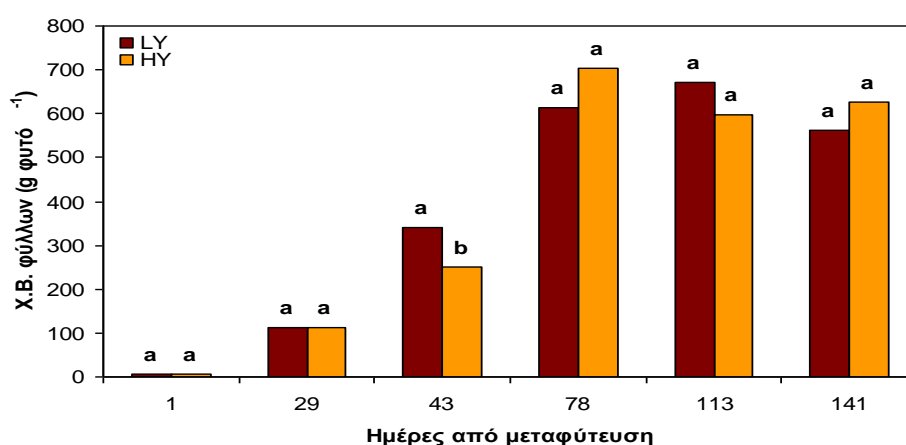
3.3.1.2. Επίδραση άρδευσης

Ως προς το χλωρό βάρος των φύλλων τα αυτόριζα δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία μέτρηση (Σχήμα 4).

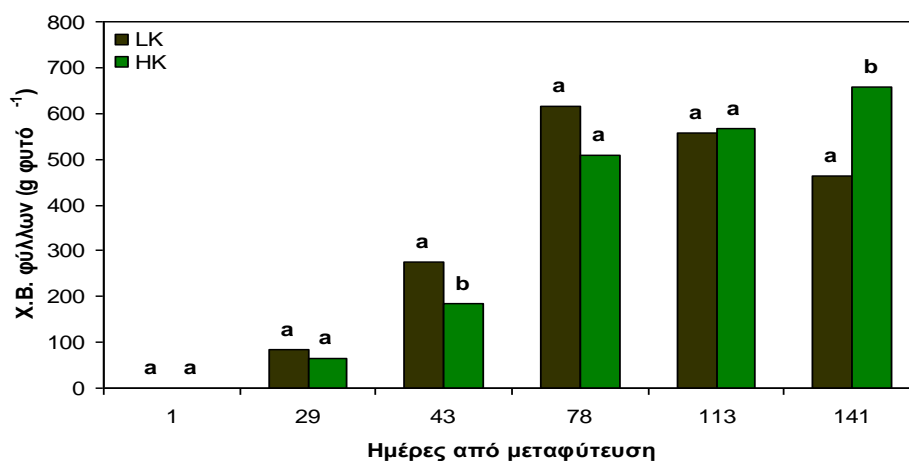


Σχήμα 4. Εξέλιξη του χλωρού βάρους των φύλλων (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Τα εμβολιασμένα σε YEDI είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους στο χλωρό βάρος των φύλλων στις 43 ημέρες από τη μεταφύτευση, ενώ τα εμβολιασμένα σε KING KONG παρουσίασαν διαφορές σε δύο μετρήσεις, στις 43 και στις 141 ημέρες από τη μεταφύτευση (Σχήματα 5, 6).



Σχήμα 5. Εξέλιξη του χλωρού βάρους των φύλλων (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)



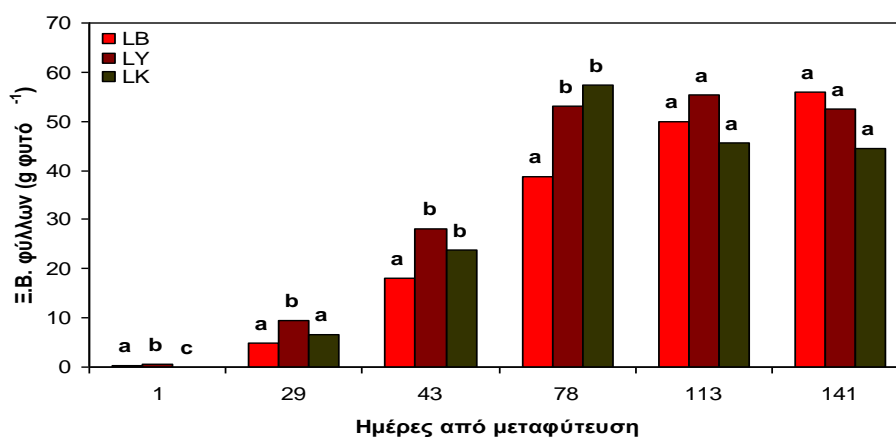
Σχήμα 6. Εξέλιξη του χλωρού βάρους των φύλλων (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.3.2. Ξηρό βάρος φύλλων

3.3.2.1. Επίδραση εμβολιασμού

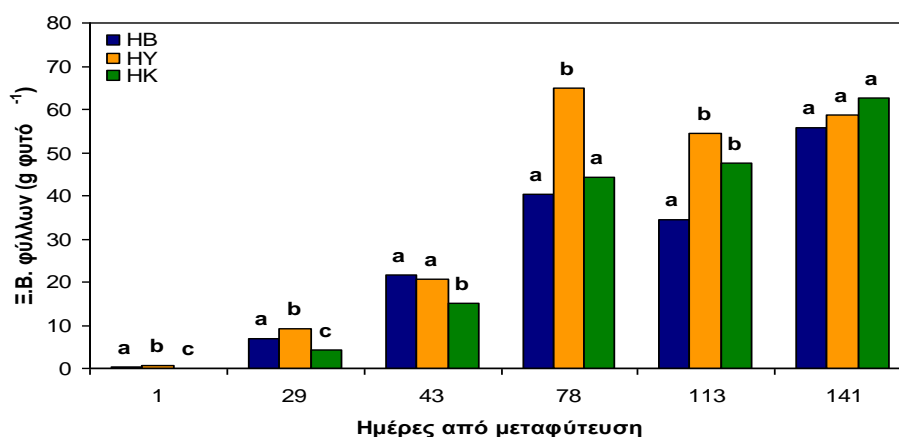
Ανάλογα αποτελέσματα προκύπτουν για το ξηρό βάρος των φύλλων στη μεταχείριση 1, εκτός από την περίπτωση όπου τα εμβολιασμένα σε KING KONG δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα αυτορίζα στις 29, ενώ στις 43 ημέρες από τη μεταφύτευση δεν παρουσιάζουν διαφορές με τα εμβολιασμένα σε υποκείμενο YEDI (Σχήμα 7).



Σχήμα 7. Εξέλιξη του ξηρού βάρους των φύλλων (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Στη μεταχείριση 2 τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA έχουν διαφορές με τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI στις 1, 29, 78 και 113 ημέρες από τη μεταφύτευση, ενώ με τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο KING KONG στις 1, 29 και 43 ημέρες από τη μεταφύτευση. Τα εμβολιασμένα φυτά έχουν διαφορές μεταξύ τους ως προς το ξηρό βάρος των φύλλων στις 1, 29, 43 και 78 ημέρες από τη μεταφύτευση (Σχήμα 8).

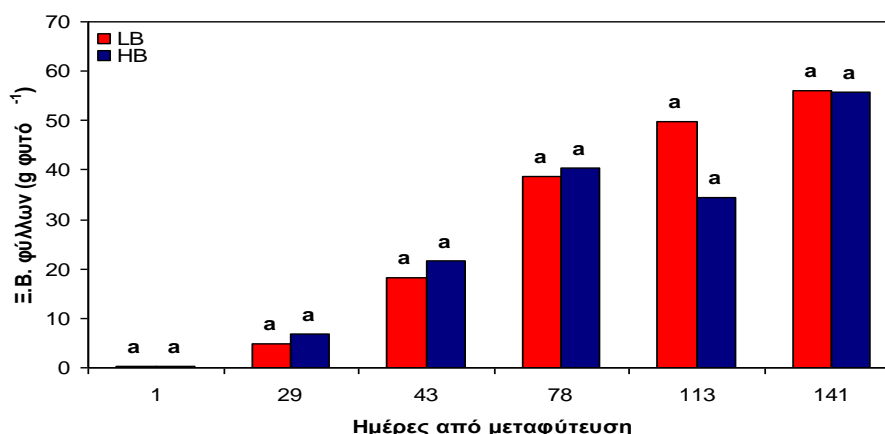


Σχήμα 8. Εξέλιξη του ξηρού βάρους των φύλλων (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

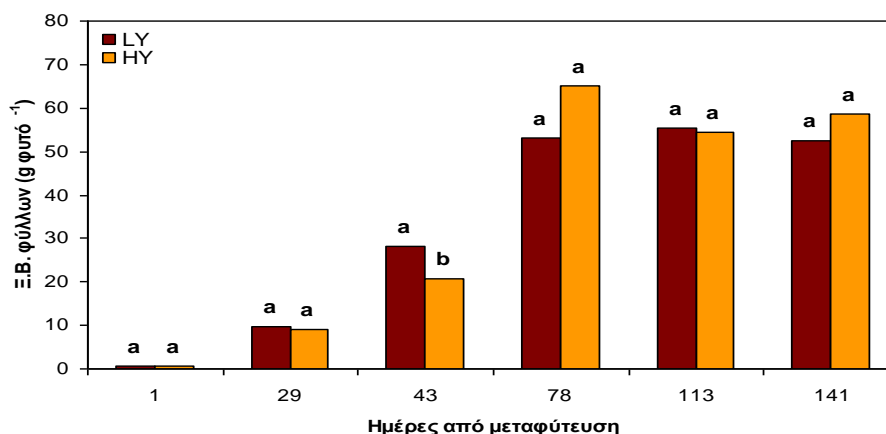
3.3.2.2. Επίδραση άρδευσης

Ίδια είναι τα αποτελέσματα στο ξηρό βάρος των φύλλων με το χλωρό για τα αυτόριζα και τα εμβολιασμένα σε YEDI (Σχήματα 9, 10),



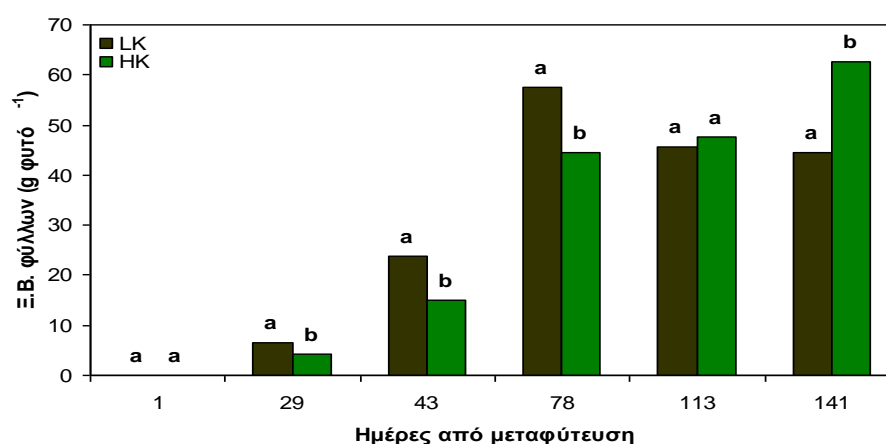
Σχήμα 9. Εξέλιξη του ξηρού βάρους των φύλλων (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)



Σχήμα 10. Εξέλιξη του ξηρού βάρους των φύλλων (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

εκτός από τα εμβολιασμένα σε KING KONG, τα οποία παρουσιάζουν επιπλέον στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τα δύο επίπεδα άρδευσης στις 29 και στις 78 ημέρες από τη μεταφύτευση (**Σχήμα 11**).

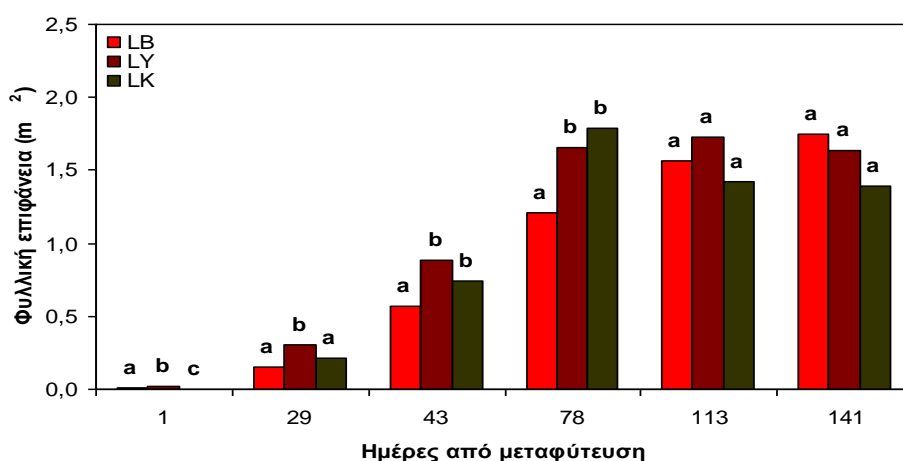


Σχήμα 11. Εξέλιξη του ξηρού βάρους των φύλλων (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.3.3. Φυλλική επιφάνεια

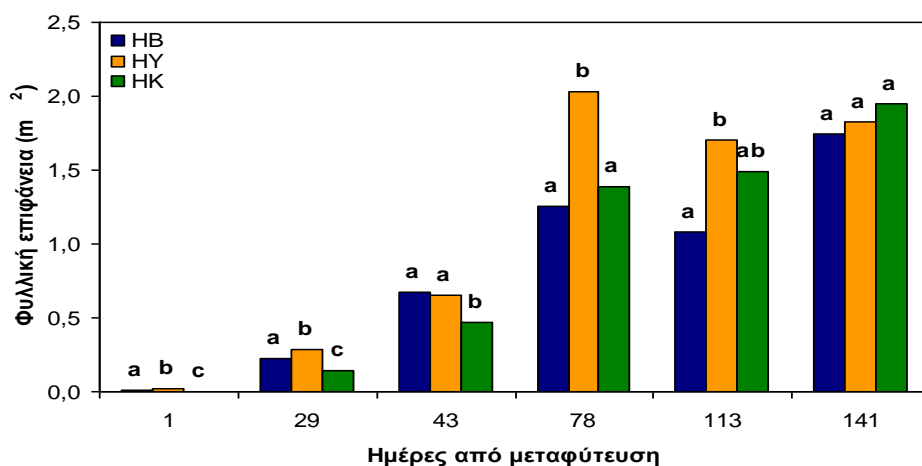
3.3.3.1. Επίδραση εμβολιασμού

Τα αυτόριζα στη μεταχείριση 1 διαφέρουν ως προς τη φυλλική επιφάνεια από τα εμβολιασμένα σε YEDI σε όλες τις μετρήσεις εκτός από αυτές που έγιναν στις 113 και 141 ημέρες από τη μεταφύτευση. Σε σύγκριση με τα εμβολιασμένα σε KING KONG διαφέρουν στις μετρήσεις που έγιναν στις 1, 43 και στις 78 ημέρες από τη μεταφύτευση. Τα εμβολιασμένα σε YEDI και σε KING KONG παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους στη 1 και στις 29 ημέρες από τη μεταφύτευση (**Σχήμα 12**).



Σχήμα 2. Εξέλιξη της φυλλικής επιφάνειας ($m^2 \text{φυτό}^{-1}$) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

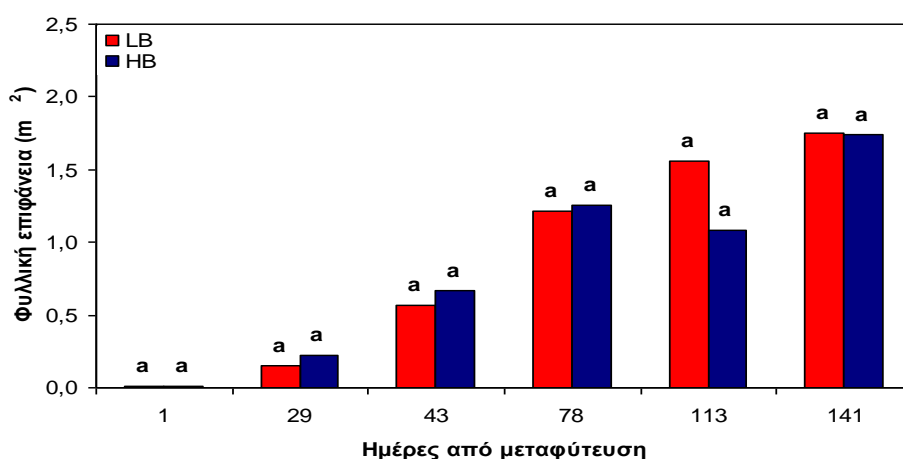
Στη μεταχείριση 2 τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τα εμβολιασμένα σε YEDI στις 1, 29 και στις 113 ημέρες από τη μεταφύτευση, ενώ από τα εμβολιασμένα σε KING KONG στις 1, 29 και στις 43 ημέρες από τη μεταφύτευση. Τα εμβολιασμένα σε YEDI έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα εμβολιασμένα σε KING KONG σε όλες τις μετρήσεις εκτός από τις δύο τελευταίες στις 113 και στις 141 ημέρες από τη μεταφύτευση (**Σχήμα 13**).



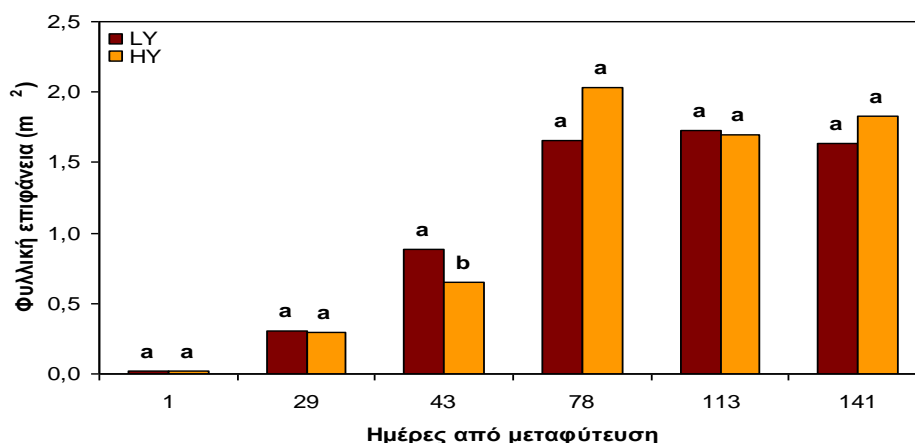
Σχήμα 3. Εξέλιξη της φυλλικής επιφάνειας ($m^2 \text{φυτό}^{-1}$) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.3.3.2. Επίδραση άρδευσης

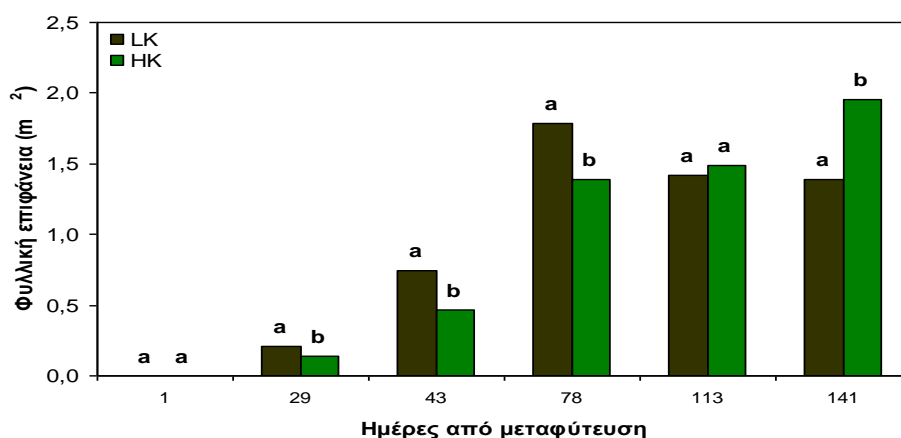
Καθ' όλες τις μετρήσεις δε φάνηκε οι μεταχειρίσεις της άρδευσης να επηρεάζουν τη φυλλική επιφάνεια των αντόριζων φυτών. Τα εμβολιασμένα σε YEDI είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στις 43 ημέρες από τη μεταφύτευση, ενώ τα εμβολιασμένα σε KING KONG στις 43, 78 και στις 141 ημέρες από τη μεταφύτευση (**Σχήματα 14, 15, 16**).



Σχήμα 14. Εξέλιξη της φυλλικής επιφάνειας ($m^2 \text{φυτό}^{-1}$) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)



Σχήμα 4. Εξέλιξη της φυλλικής επιφάνειας ($m^2 \text{φυτό}^{-1}$) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)



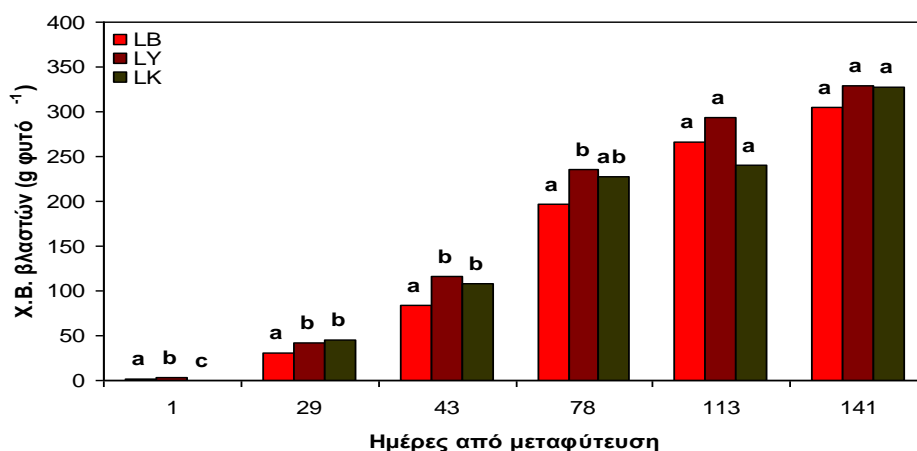
Σχήμα 16. Εξέλιξη της φυλλικής επιφάνειας ($m^2 \text{φυτό}^{-1}$) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.3.4. Χλωρό βάρος βλαστών

3.3.4.1. Επίδραση εμβολιασμού

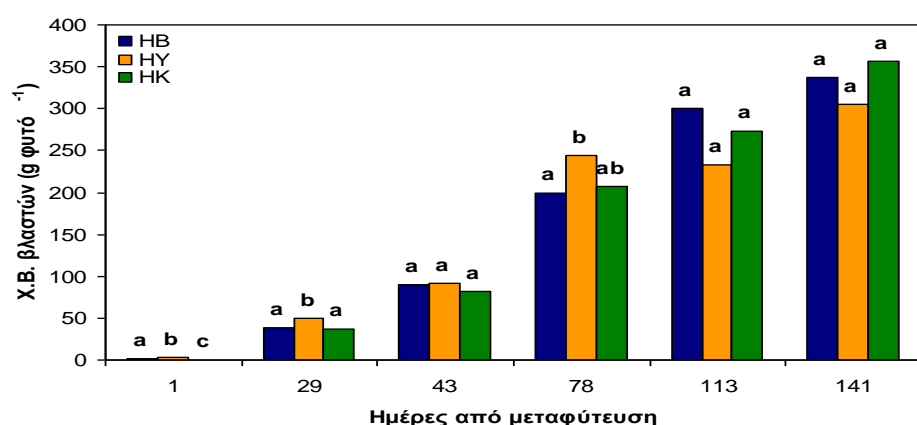
Στη μεταχείριση 1 τα αυτόριζα φυτά παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI, καθώς και με τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG, ως προς το χλωρό βάρος των βλαστών στις 1, 29 και 43 ημέρες από τη μεταφύτευση. Μεγαλύτερο βάρος χλωρών βλαστών είχαν τα εμβολιασμένα φυτά

στο υποκείμενο YEDI. Τα εμβολιασμένα φυτά δεν είχαν διαφορές μεταξύ τους καθ' όλες τις μετρήσεις (Σχήμα 17).



Σχήμα 5. Εξέλιξη του χλωρού βάρους των βλαστών (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

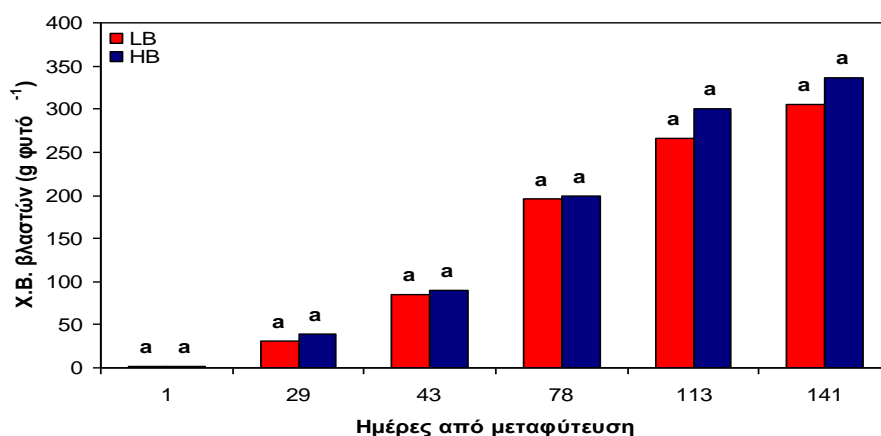
Στη μεταχείριση 2 τα αντόριζα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI στις 1, 29 και στις 78 ημέρες από τη μεταφύτευση, ενώ από τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG μόνο στη 1 ημέρα από τη μεταφύτευση. Τα εμβολιασμένα φυτά τομάτας στα διαφορετικά υποκείμενα έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 1 και στις 29 ημέρες από τη μεταφύτευση (Σχήμα 18).



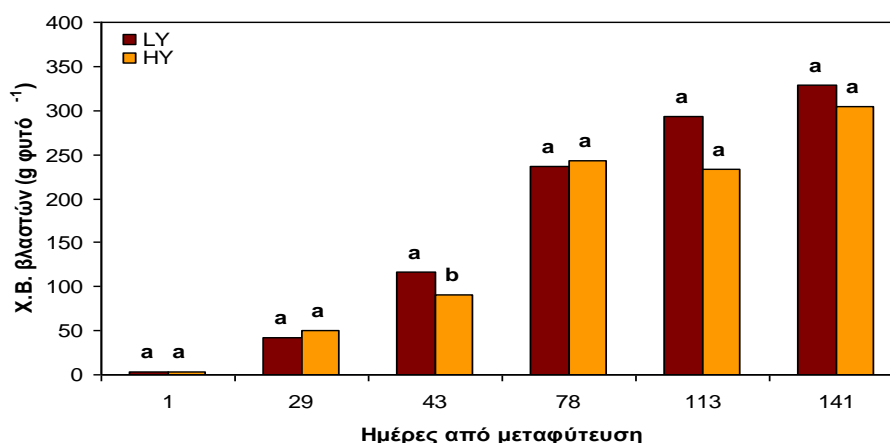
Σχήμα 6. Εξέλιξη του χλωρού βάρους των βλαστών (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.3.4.2. Επίδραση άρδευσης

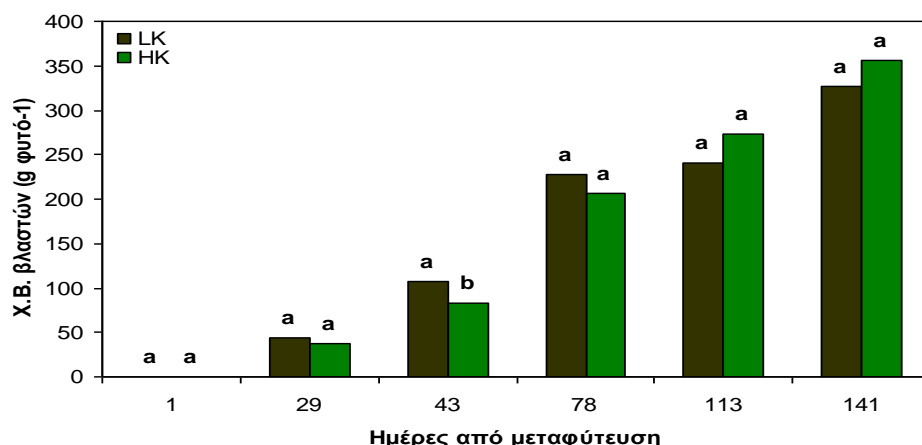
Γενικά η άρδευση δεν επηρέασε το χλωρό βάρος των βλαστών. Συγκεκριμένα στα αυτόριζα φυτά BELLADONNA δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθ' όλες τις μετρήσεις. Τα εμβολιασμένα φυτά σε υποκείμενο YEDI και KING KONG εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 43 ημέρες από τη μεταφύτευση (Σχήματα 19, 20, 21).



Σχήμα 19. Εξέλιξη του χλωρού βάρους των βλαστών (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)



Σχήμα 20. Εξέλιξη του χλωρού βάρους των βλαστών (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

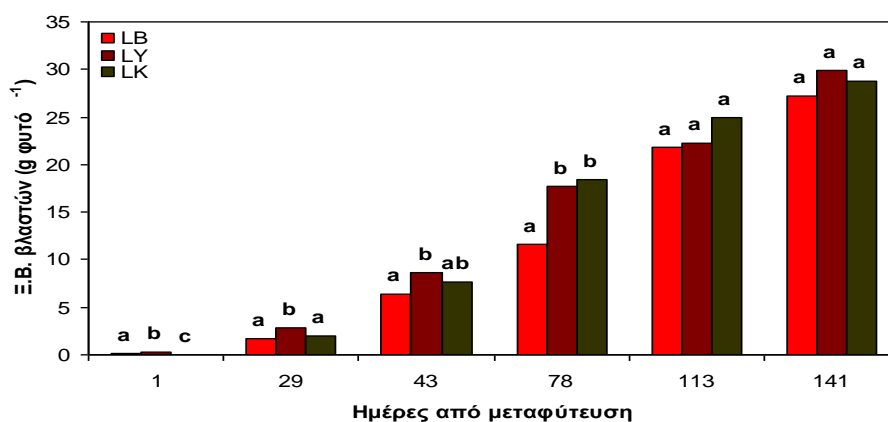


Σχήμα 7. Εξέλιξη του χλωρού βάρους των βλαστών (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.3.5. Ξηρό βάρος βλαστών

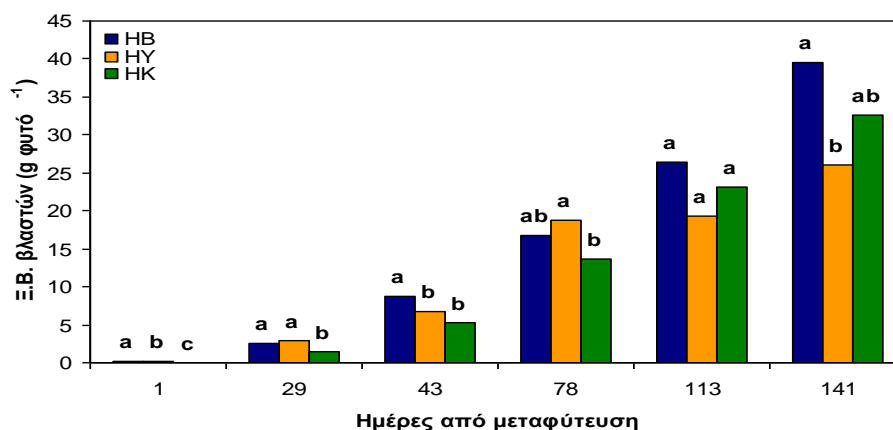
3.3.5.1. Επίδραση εμβολιασμού

Περίπου ίδια είναι τα αποτελέσματα και για το ξηρό βάρος των βλαστών. Τα αυτόριζα φυτά παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές στη μεταχείριση 1 με τα εμβολιασμένα σε υποκείμενο YEDI σε όλες τις μετρήσεις εκτός από τις δύο τελευταίες στις 113 και στις 141 ημέρες από τη μεταφύτευση. Σε σχέση με τα εμβολιασμένα σε KING KONG τα αυτόριζα φυτά έχουν διαφορές στη 1 και στις 78 ημέρες από τη μεταφύτευση. Τα εμβολιασμένα φυτά έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους στη 1 και στις 29 ημέρες από τη μεταφύτευση (Σχήμα 22).



Σχήμα 82. Εξέλιξη του ξηρού βάρους των βλαστών (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

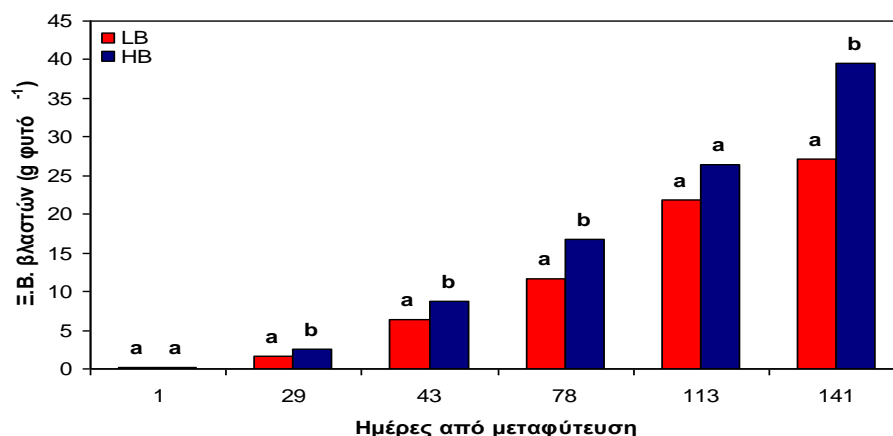
Στη μεταχείριση 2 τα αυτόριζα φυτά έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα εμβολιασμένα σε YEDI στις 1, 43 και στις 141 ημέρες από τη μεταφύτευση, ενώ από τα εμβολιασμένα σε KING KONG διαφέρουν στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις 1, 29 και στις 43 ημέρες από τη μεταφύτευση (**Σχήμα 23**).



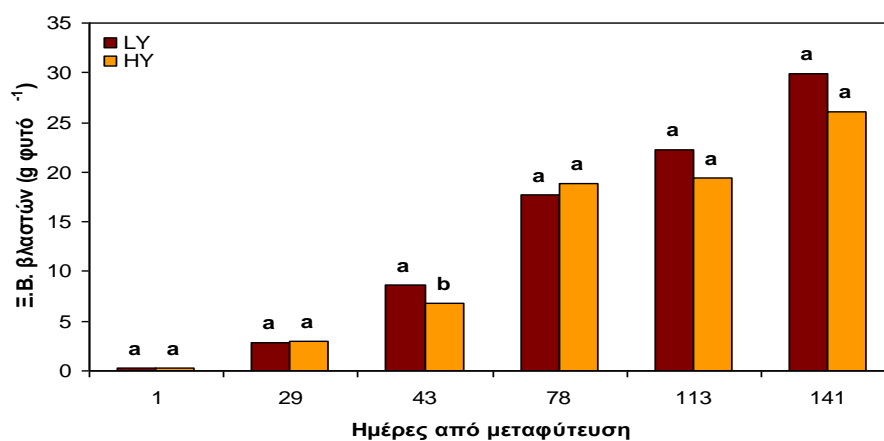
Σχήμα 9. Εξέλιξη του ξηρού βάρους των βλαστών (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.3.5.2. Επίδραση άρδευσης

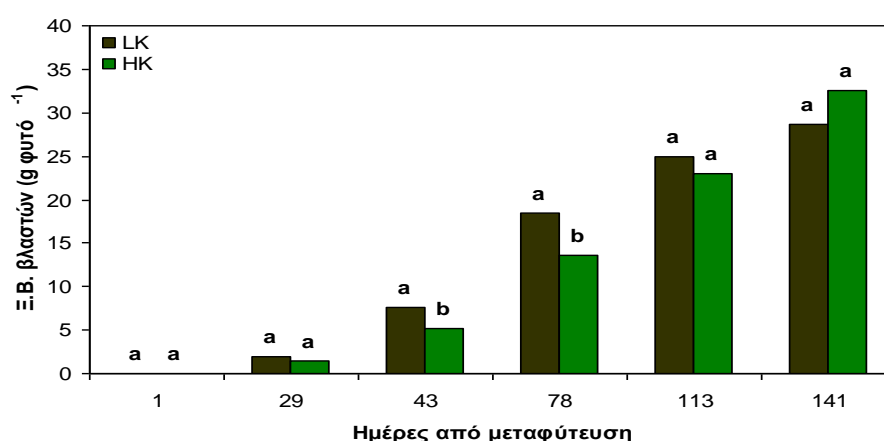
Αν και στο χλωρό βάρος των βλαστών δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, στο ξηρό βάρος προκύπτουν κάποιες διαφοροποιήσεις ως προς τις μεταχειρίσεις της άρδευσης. Έτσι λοιπόν τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 29, 43, 78 και στις 141 ημέρες από τη μεταφύτευση. Τα εμβολιασμένα σε YEDI διαφέρουν στατιστικά σημαντικά στις 43 ημέρες από τη μεταφύτευση, ενώ τα εμβολιασμένα σε KING KONG στις 43 και στις 78 ημέρες από τη μεταφύτευση (**Σχήμα 24, 25, 26**).



Σχήμα 24. Εξέλιξη του ξηρού βάρους των βλαστών (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου



Σχήμα 10. Εξέλιξη του ξηρού βάρους των βλαστών (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου



Σχήμα 11. Εξέλιξη του ξηρού βάρους των βλαστών (g φυτό⁻¹) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.4. Παραγωγή καρπών

Η συγκομιδή των καρπών άρχισε στις 9/01/2008. Οι πρώτοι καρποί συγκομίστηκαν από τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA της μεταχείρισης 2. Στα αυτόριζα φυτά της μεταχείρισης 1, στα εμβολιασμένα στο υποκείμενο YEDI και των δύο μεταχειρίσεων και στα εμβολιασμένα στο υποκείμενο KING KONG της μεταχείρισης 2 η πρώτη συγκομιδή έγινε στις 11/01/2008. Τα εμβολιασμένα φυτά σε KING KONG που δέχθηκαν τη μεταχείριση 1 καθυστέρησαν στην ωρίμανση των καρπών. Η πρώτη συγκομιδή σ' αυτά τα φυτά έγινε στις 01/02/2008, ωστόσο δεν υστερεί στην παραγωγή.

Το πείραμα διακόπηκε στις 140 ημέρες από τη μεταφύτευση των φυτών και συνεπώς η παραγωγή δεν ολοκληρώθηκε. Τα δεδομένα που παρουσιάζονται προκύπτουν από τους καρπούς μέχρι την τρίτη ταξιανθία. Στον παρακάτω **Πίνακα 23** παρουσιάζονται οι μέσες τιμές του αριθμού, του χλωρού βάρους και του ξηρού βάρους των καρπών ανά φυτό με τις τυπικές αποκλίσεις και τις διαφορές που προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση.

Πίνακας 23. Μέση παραγωγή καρπών ανά φυτό (αριθμός καρπών, χλωρό βάρος, ξηρό βάρος)

	Αριθμός καρπών (no φυτό ⁻¹)		Χλωρό βάρος καρπών (g φυτό ⁻¹)		Ξηρό βάρος καρπών (g φυτό ⁻¹)	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
LB	9,5a	1,29	1279,87a	145,85	63,99a	7,29
LY	11,25b	0,96	1646,08b	273,17	82,30b	13,66
LK	10,5ab	1,29	1835,25b	223,84	91,76b	11,19
HB	9,25a	1,50	1265,04a	118,00	63,99a	7,29
HY	7,25b	1,50	941,43b	150,47	82,30b	13,66
HK	7,25b	1,50	1018,30b	167,74	91,76b	11,19

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

3.4.1. Επίδραση εμβολιασμού

3.4.1.1. Μεταχείριση 1

Όπως φαίνεται από τον **Πίνακα 23** το μεγαλύτερο αριθμό καρπών ανά φυτό στη μεταχείριση 1 είχαν τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI με μέσο όρο αριθμού καρπών 11,25 και ακολουθούν τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG με 10,5 καρπούς ανά φυτό κατά μέσο όρο και τέλος τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA με 9,5

καρπούς. Τα αυτόριζα φυτά έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα εμβολιασμένα και στα δύο υποκείμενα, ενώ αυτά δε διαφέρουν μεταξύ τους.

Η μεγαλύτερη παραγωγή ανά φυτό προέκυψε από τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG με μέσο χλωρό βάρος καρπών ανά φυτό 1835,25 g. Τη μικρότερη παραγωγή είχαν τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA με μέσο χλωρό βάρος καρπών 1279,87 g, τα οποία διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ως προς το χλωρό βάρος των καρπών με τα εμβολιασμένα φυτά και των δύο υποκειμένων.

Ανάλογα με τα αποτελέσματα του χλωρού βάρους των καρπών είναι και τα αποτελέσματα του ξηρού βάρους αυτών στη μεταχείριση 1. Τα εμβολιασμένα φυτά διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τα εμβολιασμένα φυτά και των δύο υποκειμένων ενώ αυτά δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους.

3.4.1.2. Μεταχείριση 2

Στη μεταχείριση 2 τον μεγαλύτερο αριθμό καρπών ανά φυτό φέρουν τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA με 9,25 καρπούς, ενώ τα εμβολιασμένα φυτά στα υποκείμενα YEDI και KING KONG από 7,25 καρπούς. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάλογες της μεταχείρισης 1. Οι μεγάλες διαφοροποιήσεις των εμβολιασμένων φυτών τόσο στον αριθμό των καρπών όσο και στο νωπό και ξηρό βάρος αυτών οφείλονται στο γεγονός ότι τα φυτά υπέστησαν stress από τις χαμηλές θερμοκρασίες κατά το άνοιγμα των παραθύρων του θερμοκηπίου. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τα άνθη των ταξιανθιών των εμβολιασμένων φυτών να «καούν» και συνεπώς να μην αποδώσουν καρπούς.

Τη μεγαλύτερη παραγωγή απέδωσαν τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA με μέσο χλωρό βάρος καρπών ανά φυτό 1265,04 g. Στα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI η παραγωγή ήταν 941,43 g και στο υποκείμενο KING KONG 1018,30 g. Ανάλογα με τον αριθμό των καρπών είναι και τα αποτελέσματα για το νωπό βάρος αυτών, αλλά η ύπαρξη διαφορών δεν μπορεί να αποδοθεί στον εμβολιασμό δεδομένων των συνθηκών που επικράτησαν στο θερμοκήπιο κατά την εξέλιξη του πειράματος.

Ανάλογα με τα αποτελέσματα του χλωρού βάρους των καρπών είναι και τα αποτελέσματα του ξηρού βάρους αυτών στη μεταχείριση 2. Τα εμβολιασμένα φυτά διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τα εμβολιασμένα φυτά και των δύο υποκειμένων ενώ αυτά δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους (**Πίνακας 23**).

3.4.1.3. Επίδραση άρδευσης

Τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA δεν έχουν διαφορές ως προς τις μεταχειρίσεις της άρδευσης στον αριθμό των καρπών, το χλωρό και ξηρό βάρος των καρπών.

Πίνακας 7. Μέση παραγωγή καρπών ανά φυτό (αριθμός καρπών, χλωρό βάρος, ξηρό βάρος)

	Αριθμός καρπών (no φυτό-1)		Χλωρό βάρος καρπών (g φυτό-1)		Ξηρό βάρος καρπών (g φυτό-1)	
	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV	M.O.	STDEV
HB	9,25a	1,50	1265,04a	118,00	63,25a	5,90
LB	9,5a	1,29	1279,87a	145,85	63,99a	7,29
HY	7,25a	1,50	941,43a	150,47	47,07a	7,52
LY	11,25b	0,96	1646,08b	273,17	82,30b	13,66
HK	7,25a	1,50	1018,30a	167,74	50,92a	8,39
LK	10,50b	1,29	1835,25b	223,84	91,76b	11,19

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Τα εμβολιασμένα φυτά τομάτας στο υποκείμενο YEDI έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στα τρία στοιχεία της παραγωγής κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων της άρδευσης. Το ίδιο ισχύει και για τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG. Μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται στη μεταχείριση 1, αλλά και στο σημείο αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι ο προγραμματισμός της άρδευσης επηρέασε τις τιμές αυτές, εξαιτίας των συνθηκών του θερμοκηπίου κατά το άνοιγμα των παραθύρων. Τα δεδομένα της παραγωγής φαίνονται στον **Πίνακα 24**.

3.5. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών

Οι καρποί των διάφορων μεταχειρίσεων εξετάστηκαν για τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά, δηλαδή πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τα pH, BRIX (%), οξύτητα (%κιτρικό οξύ), λυκοπένιο, ασκορβικό οξύ, αντίσταση της σάρκας στην πίεση και περιεκτικότητα σε ανόργανα στοιχεία (**Πίνακας 25**).

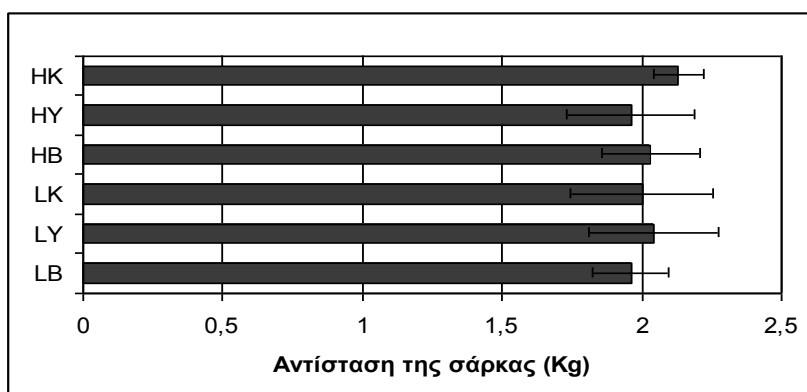
Πίνακας 8. Μέσες τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών (αντίσταση της σάρκας, λυκοπένιο, ασκορβικό οξύ, διαλυτά στερεά, οξύτητα, pH)

	LB	LY	LK	HB	HY	HK
Αντίσταση σάρκας (kg)	1,96	2,04	2	2,03	1,96	2,13
Λυκοπένιο (mg/100g NB)	2,79	3,09	2,02	3,61	2,98	3,24
Ασκορβικό οξύ (mg/100g)	5,9	5,9	5,8	6	5,7	5,9
Διαλυτά στερεά (BRIX %)	4,2	4,7	5,2	4,9	4,6	3,5
Οξύτητα (% κιτρικό οξύ)	0,36	0,39	0,42	0,38	0,41	0,37
pH	4,45	4,34	4,47	4,46	4,45	4,46

Στα δεδομένα των ποιοτικών χαρακτηριστικών δεν έγινε στατιστική ανάλυση εξαιτίας του μικρού δείγματος.

3.5.1. Συνεκτικότητα σάρκας

Οι καρποί της τομάτας δεν έχουν διαφορές ως προς το χαρακτηριστικό της συνεκτικότητας της σάρκας. Σε όλες τις μεταχειρίσεις η αντίσταση της σάρκας ήταν περίπου 2 kg (**Σχήμα 27**).



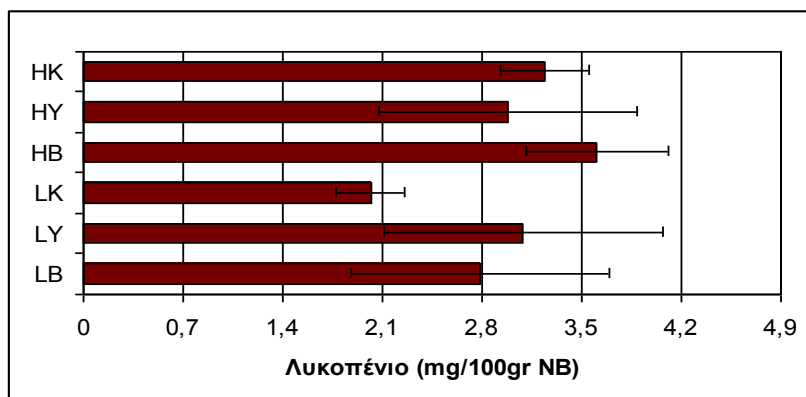
Σχήμα 12. Αντίσταση της σάρκας

3.5.2. Περιεκτικότητα των καρπών σε λυκοπένιο

Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε λυκοπένιο είχαν οι καρποί των αυτόριζων φυτών BELLADONNA της μεταχείρισης 2 και η τιμή της ήταν 3,61 mg/100g NB.

Τιμές συγκέντρωσης μεγαλύτερες από 3 mg/100g NB είχαν και τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI της μεταχείρισης 1 και τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο

KING KONG της μεταχείρισης 2. Τη μικρότερη συγκέντρωση σε λυκοπένιο (2,02 mg/100g NB) είχαν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG της μεταχείρισης 1.



Σχήμα 13. Μέση περιεκτικότητα των καρπών σε λυκοπένιο

Συγκεκριμένα στη μεταχείριση 1 τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λυκοπένιο έχουν τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο YEDI, ενώ τη μικρότερη τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο KING KONG.

Στη μεταχείριση 2 τη μεγαλύτερη συγκέντρωση έχουν τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA, ενώ τη μικρότερη συγκέντρωση έχουν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI. Τα δεδομένα παρουσιάζονται στο **Σχήμα 28**.

Η μεταχείριση της άρδευσης φαίνεται να έχει επηρεάσει την περιεκτικότητα σε λυκοπένιο των αυτόριζων φυτών και των εμβολιασμένων στο υποκείμενο KING KONG, ενώ οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI δεν έχουν διαφορές.

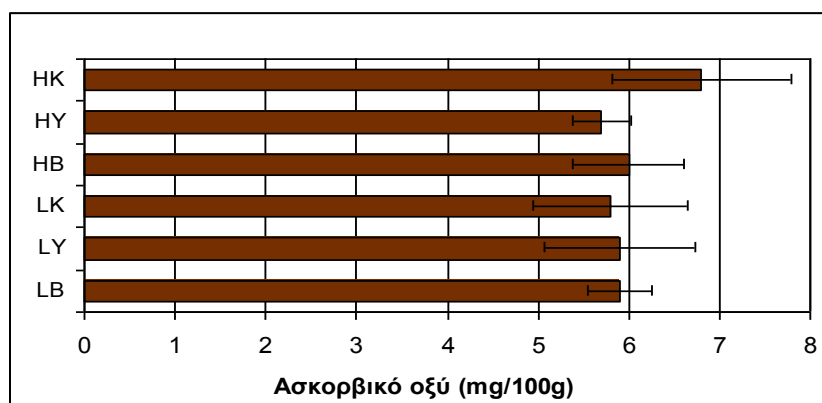
3.5.3. Περιεκτικότητα των καρπών σε ασκορβικό οξύ

Γενικά οι καρποί όλων των μεταχειρίσεων δεν εμφανίζουν διαφορές ως προς την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ, αφού η συγκέντρωση κυμαίνεται από 5,6 mg/100g έως 6 mg/100g. Την υψηλότερη τιμή έχουν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG της μεταχείρισης 2 και τη μικρότερη οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI της μεταχείρισης 2 (**Σχήμα 29**).

Στη μεταχείριση 1 δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αυτόριζων και των εμβολιασμένων φυτών και των εμβολιασμένων φυτών μεταξύ τους.

Στη μεταχείριση 2 οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI έχουν τη μικρότερη συγκέντρωση σε ασκορβικό οξύ και διαφέρουν από τα αυτόριζα και τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG .

Στη σύγκριση των μεταχειρίσεων της άρδευσης δεν προκύπτουν διαφορές ως προς την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ εκτός από τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG.

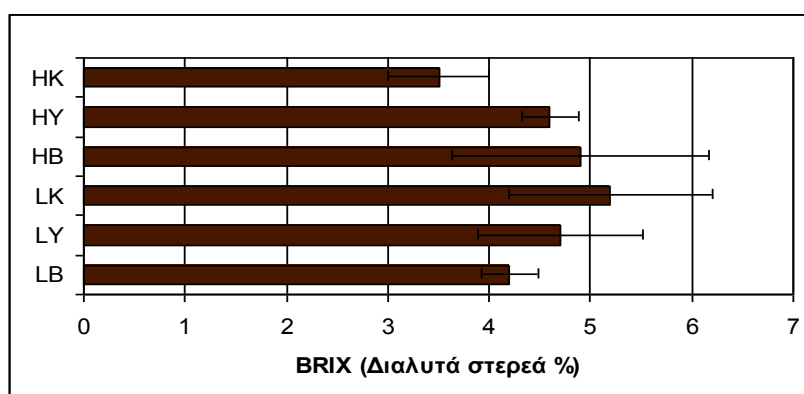


Σχήμα 14. Μέση περιεκτικότητα των καρπών σε ασκορβικό οξύ (mg/100 g)

3.5.4. Περιεκτικότητα των καρπών σε διαλυτά στερεά

Το μεγαλύτερο και μικρότερο ποσοστό σε διαλυτά στερεά έχουν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG της μεταχείρισης 1 και 2 με 5,2% και 3,5% αντίστοιχα.

Στη μεταχείριση 1 υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αυτόριζων και των εμβολιασμένων φυτών και των δύο υποκειμένων, ενώ δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των εμβολιασμένων φυτών.



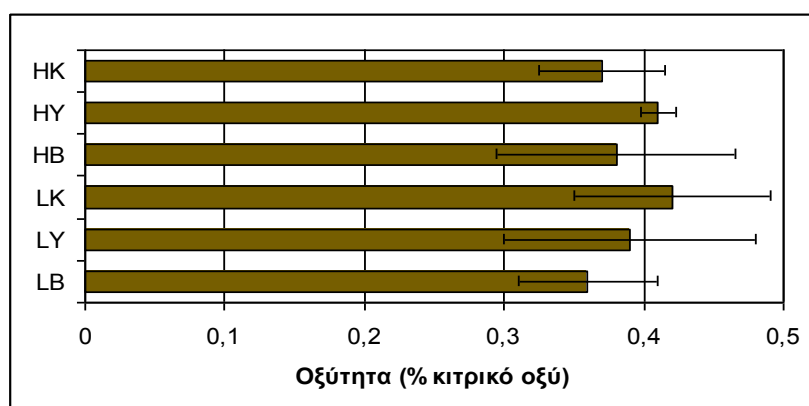
Σχήμα 30. Μέση περιεκτικότητα των καρπών σε διαλυτά στερεά εκφρασμένη σε κλίμακα BRIX(%)

Στη μεταχείριση 2 μεγάλη διαφορά έχουν τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG, με το μικρότερο ποσοστό σε διαλυτά στερεά 3,5% με τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA και τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο YEDI (Σχήμα 30).

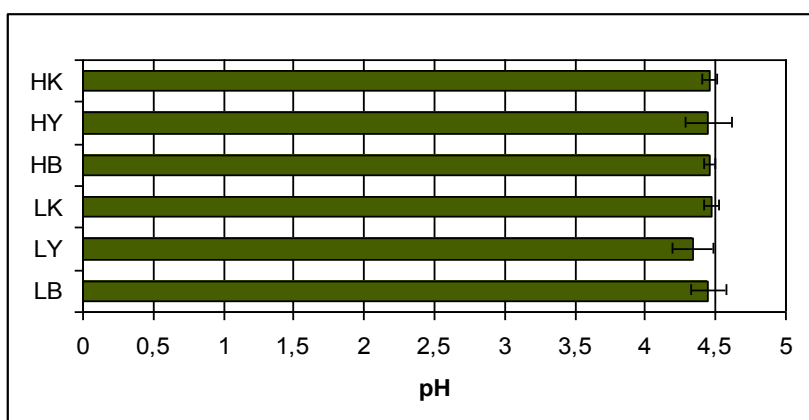
Η άρδευση επηρέασε το ποσοστό σε διαλυτά στερεά των αυτόριζων και των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG. Αντιθέτως δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των εμβολιασμένων στο υποκείμενο YEDI στις δύο συχνότητες άρδευσης.

3.5.5. Περιεκτικότητα των καρπών σε κιτρικό οξύ και pH του χυμού

Τόσο στην οξύτητα όσο και στο pH δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Η οξύτητα (% κιτρικό οξύ) ήταν περίπου 0,4 και το pH περίπου 4,5 για όλες τις μεταχειρίσεις (Σχήματα 31, 32).



Σχήμα 31. Μέση περιεκτικότητα των καρπών σε κιτρικό οξύ (%)



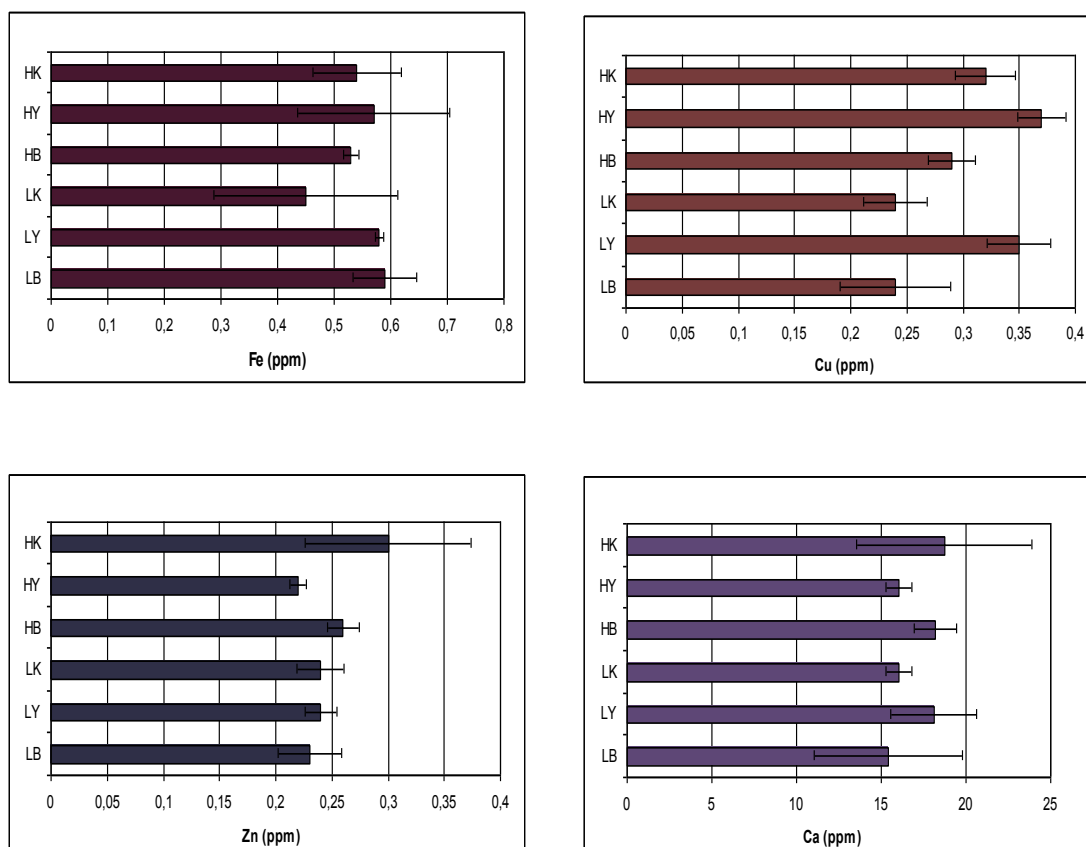
Σχήμα 32. pH των καρπών

3.5.6 Περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα στοιχεία

Στη μεταχείριση 1 οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG έχουν τη μικρότερη συγκέντρωση σε Fe (0,45 ppm) και διαφέρουν από τους καρπούς των αυτόριζων φυτών BELLADONNA και των εμβολιασμένων στο υποκείμενο YEDI. Στη μεταχείριση 2 δεν ισχύει το ίδιο, αφού δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των καρπών των φυτών. Όσον αφορά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων της άρδευσης δεν υπάρχουν διαφορές στα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI, ενώ υπάρχουν διαφορές στη συγκέντρωση του Fe μεταξύ των καρπών των αυτόριζων φυτών BELLADONNA και μεταξύ των εμβολιασμένων στο υποκείμενο KING KONG.

Ως προς την περιεκτικότητα σε Cu στη μεταχείριση 1 δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αυτόριζων φυτών BELLADONNA και των εμβολιασμένων στο υποκείμενο KING KONG, ενώ οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI διαφέρουν από τους καρπούς και των δύο φυτών. Στη μεταχείριση 2 υπάρχουν μικρές διαφορές μεταξύ των αυτόριζων φυτών και των εμβολιασμένων στο υποκείμενο KING KONG, ενώ και πάλι οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI διαφέρουν στην συγκέντρωση του Cu από τους καρπούς των αυτόριζων και των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG. Η άρδευση επηρέασε την περιεκτικότητα του Cu στους καρπούς των αυτόριζων φυτών και των εμβολιασμένων στο υποκείμενο KING KONG ενώ δεν ισχύει το ίδιο και για τους καρπούς των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI.

Ως προς την περιεκτικότητα των καρπών σε Zn στη μεταχείριση 1 δεν υπάρχουν διαφορές στα φυτά. Στη μεταχείριση 2 τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI διαφέρουν λίγο από τα αυτόριζα φυτά και από τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο KING KONG, έχοντας τη μικρότερη συγκέντρωση 0,22 ppm ενώ τα αυτόριζα 0,26 ppm και τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο KING KONG 0,3 ppm. Μπορεί να θεωρηθεί ότι η άρδευση επηρέασε αρκετά την περιεκτικότητα του Zn στους καρπούς των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG, ελάχιστα τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA, αλλά δεν υπάρχουν διαφορές στους καρπούς των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI.



Σχήμα 15. Περιεκτικότητα σε ανόργανα στοιχεία των καρπών (σε 1 gr ξηρού βάρους)

Και στις δύο μεταχειρίσεις τα εμβολιασμένα φυτά έχουν διαφορές τόσο μεταξύ τους όσο και με τα αυτόριζα ως προς την περιεκτικότητα των καρπών σε Ca. Μεγαλύτερη συγκέντρωση Ca στη μεταχείριση 1 είχαν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI, 18,1 ppm. Στη μεταχείριση 2 μεγαλύτερη συγκέντρωση Ca είχαν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG (18,73 ppm). Διαφορές προκύπτουν και από τη σύγκριση των μεταχειρίσεων 1 και 2 τόσο για τα αυτόριζα όσο και για τα εμβολιασμένα φυτά και στα δύο υποκείμενα (**Σχήμα 33**).

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του εμβολιασμού και του προγραμματισμού της άρδευσης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά φυτών τομάτας σε ανοιχτό υδροπονικό σύστημα. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν υβρίδια τομάτας της ποικιλίας BELLADONNA σε τρεις συνδυασμούς: αυτόριζα, εμβολιασμένα πάνω σε υποκείμενα των ποικιλιών τομάτας YEDI και KING KONG. Η άρδευση αρχικά γινόταν σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, αλλά η διάρκεια ήταν συνολικά η ίδια και για τις δύο μεταχειρίσεις, 30 λεπτά. Συγκεκριμένα στη μεταχείριση 1 γίνονταν τέσσερα ποτίσματα την ημέρα διάρκειας 7,5 λεπτών το καθένα και στη μεταχείριση 2 γίνονταν συνολικά έξι ποτίσματα από 5 λεπτά το καθένα. Μετά τις 21/11/2007 η άρδευση γινόταν με βάση την εξατμισοδιαπνοή και την ηλιακή ακτινοβολία. Πραγματοποιούνταν όταν η συνολική ηλιακή ακτινοβολία εκτός του θερμοκηπίου ήταν 3430, 2144, 1715 J/m² (για Kc =0,5, 0,8 και 1 αντίστοιχα) (χαμηλή συχνότητα άρδευσης – Μεταχείριση 1) και 3105, 1940, 1555 J/m² (για Kc =0,5, 0,8 και 1 αντίστοιχα) (υψηλή συχνότητα άρδευσης – Μεταχείριση 2). Η ποσότητα του νερού που εφαρμοζόταν ήταν 0,45mm και 0,3 mm για τη χαμηλή (Μεταχείριση 1) και υψηλή συχνότητα άρδευσης (Μεταχείριση 2) αντίστοιχα.

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος μεγαλύτερο ύψος είχαν τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA και στις δύο μεταχειρίσεις της άρδευσης. Κατά τη μεταχείριση 1 όπου τα φυτά βρίσκονταν σε συνθήκες stress λόγω της ελλειμματικής και της χαμηλότερης συχνότητας άρδευσης τα αυτόριζα φυτά αντεπεξήλθαν καλύτερα όσον αφορά τη βλαστική ανάπτυξη. Μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης μόνο τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI δεν παρουσίασαν γενικά διαφορές. Μεγαλύτερο ήταν το ύψος των φυτών κατά τη μεταχείριση 2.

Ως προς τον αριθμό των κόμβων στη μεταχείριση 1 δεν παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των αυτόριζων και των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG, ενώ αυτά εμφάνισαν διαφορές με τα εμβολιασμένα σε YEDI σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν. Στη μεταχείριση 2 δεν επικράτησε η ίδια κατάσταση. Υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αυτόριζων και των εμβολιασμένων σε YEDI μέχρι τις 57 ημέρες από τη μεταφύτευση και στις 97 ημέρες, μετά το κορυφολόγημα των φυτών, υπάρχουν διαφορές μόνο με τα εμβολιασμένα σε KING KONG. Στατιστικά σημαντικές διαφορές καθ' όλη την πειραματική περίοδο είχαν τα εμβολιασμένα φυτά στα διαφορετικά υποκείμενα. Διαφορές σε λιγότερες μετρήσεις προέκυψαν για τα αυτόριζα και τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο KING KONG. Μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης στατιστικά σημαντικές διαφορές είχαν τα αυτόριζα φυτά τομάτας, ενώ τα εμβολιασμένα όχι.

Μεγαλύτερο αριθμό φύλλων κατά τη διάρκεια του πειράματος στη μεταχείριση 1 είχαν τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI. Και στις δύο μεταχειρίσεις της άρδευσης τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI είχαν διαφορές με τα αυτόριζα φυτά και τα εμβολιασμένα σε KING KONG, ενώ αυτά δε διέφεραν μεταξύ τους. Στις 97 ημέρες από τη μεταφύτευση και μέχρι το τέλος του πειράματος, μετά την αφαίρεση των φύλλων μεταξύ των πρώτων ταξιανθιών και το κορυφολόγημα δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των φυτών ως προς τον αριθμό των φύλλων στη μεταχείριση 1. Τότε τα αυτόριζα φυτά τομάτας στη μεταχείριση 2 είχαν το μεγαλύτερο μέσο αριθμό φύλλων ανά φυτό, 20,25, τα εμβολιασμένα σε YEDI 17,75 και τα εμβολιασμένα σε KING KONG 18,75. Μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης δεν υπάρχουν διαφορές στα εμβολιασμένα φυτά του υποκειμένου KING KONG. Τα εμβολιασμένα σε YEDI διαφέρουν στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους ενώ τα αυτόριζα στα τελευταία στάδια ανάπτυξης.

Όσον αφορά στην βλαστική ανάπτυξη οι Lee (1994) και Ioannou et al. (2002) αναφέρουν ότι τα εμβολιασμένα φυτά είναι υψηλότερα και ζωηρότερα σε σχέση με τα αυτόριζα. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά και ο μεγαλύτερος σε διάμετρο κεντρικός βλαστός των εμβολιασμένων φυτών οφείλεται στα ζωηρά ριζικά συστήματα των υποκειμένων (Lee, 1994). Από την άλλη πλευρά αναφέρεται και η άποψη ότι η βλαστική ανάπτυξη φυτών τομάτας μειώθηκε όταν χρησιμοποιήθηκαν ως υποκείμενα τα είδη *Datura patula* (Kramer, 1957), *Solanum sodomaeum*, *S. auriculatum* (Shackleton, 1965) και *S. melongena* (Abdelhaffez et al., 1975). Επίσης, κάποια υποκείμενα τομάτας μείωσαν την ανάπτυξη φυτών μελιτζάνας (Topoleski et al., 1963).

Ως προς τον αριθμό των ταξιανθιών γενικά δεν υπήρξαν διαφορές στη μεταχείριση 1. Στη μεταχείριση 2 τα εμβολιασμένα φυτά σε YEDI διέφεραν με τα αυτόριζα και τα εμβολιασμένα σε KING KONG μέχρι το κορυφολόγημα. Μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης παρουσιάστηκαν διαφορές στα αυτόριζα και στα εμβολιασμένα στο υποκείμενο YEDI. Οι διαφορές αυτές σταμάτησαν στις 97 ημέρες από τη μεταφύτευση με το κορυφολόγημα των φυτών πριν την όγδοη ταξιανθία, οπότε όλα τα φυτά είχαν εφτά ταξιανθίες.

Και στις δύο μεταχειρίσεις της άρδευσης δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των αυτόριζων και των εμβολιασμένων φυτών στα διαφορετικά υποκείμενα ως προς τον αριθμό των ανθέων. Από τη σύγκριση των μεταχειρίσεων της άρδευσης προέκυψε ότι τα αυτόριζα έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ενώ τα εμβολιασμένα και των δύο υποκειμένων δεν είχαν.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι ο εμβολιασμός της γλυκοπατάτας σε υποκείμενο *Ipomeoea carnea ssp. fistulosa* αύξησε τον αριθμό των ανθέων με διαφορετικές όμως ανταποκρίσεις στους βιορυθμιστές (Lardizabal and Thompson; 1988, 1990).

Ως προς τον αριθμό των ανώριμων καρπών υπήρξαν διαφορές στο φυτικό υλικό και στις δύο μεταχειρίσεις της άρδευσης. Στη μεταχείριση 1 τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο YEDI είχαν τελικά το μεγαλύτερο αριθμό πράσινων καρπών ανά φυτό. Ωστόσο οι διαφορές που προέκυψαν μεταξύ των εμβολιασμένων φυτών των διαφορετικών υποκειμένων προς το τέλος των μετρήσεων εξαλείφθηκαν, έχοντας συνολικά στις 103 ημέρες από τη μεταφύτευση περίπου 27 πράσινους καρπούς ανά φυτό. Γενικά μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης υπήρχαν διαφορές στο φυτικό υλικό.

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος γενικά υπήρχαν διαφορές στα ξηρά βάρη των φύλλων μεταξύ του φυτικού υλικού και των δύο μεταχειρίσεων της άρδευσης, οι οποίες όμως εξαλείφθηκαν στις δύο τελευταίες μετρήσεις δεδομένου ότι είχε προηγηθεί το κορυφολόγημα των φυτών. Ως προς το ξηρό βάρος των βλαστών στη μεταχείριση 1 τα αυτόριζα δεν παρουσίασαν διαφορές με τα εμβολιασμένα φυτά και των δύο υποκειμένων. Στη μεταχείριση 2 τα εμβολιασμένα φυτά είχαν διαφορές μεταξύ τους καθ' όλες τις μετρήσεις ως προς το ξηρό βάρος των βλαστών. Στη μεταχείριση 2 τα εμβολιασμένα φυτά σε KING KONG είχαν διαφορές με τα αυτόριζα φυτά και τα εμβολιασμένα του υποκειμένου YEDI, εκτός από την τελευταία μέτρηση. Τα εμβολιασμένα φυτά σε YEDI παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα αυτόριζα μόνο στην τελευταία μέτρηση. Από τη σύγκριση των μεταχειρίσεων της άρδευσης δεν προέκυψαν διαφορές στα αυτόριζα φυτά για το ξηρό βάρος των φύλλων, στα εμβολιασμένα στο υποκείμενο YEDI για το ξηρό βάρος των φύλλων και των βλαστών και στα εμβολιασμένα στο υποκείμενο KING KONG για το ξηρό βάρος των φύλλων.

Οι Shimada et al. (1977) αναφέρουν ότι φυτά αγγουριού εμβολιασμένα σε κολοκύθι είχαν μεγαλύτερο ξηρό βάρος από ότι τα αυτόριζα φυτά αγγουριού. Επιπλέον, οι Romano et al. (2001) αναφέρουν ότι κατά τον εμβολιασμό της ποικιλίας τομάτας Rita στο υποκείμενο Beaufort το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος ήταν μεγαλύτερο από τα αυτόριζα φυτά.

Όσον αφορά τη φυλλική επιφάνεια στη μεταχείριση 1 υπήρξαν διαφορές μεταξύ των αυτόριζων φυτών και των εμβολιασμένων στο υποκείμενο YEDI. Γενικά σε όλες τις μετρήσεις δεν υπερτερεί σταθερά ως προς τη φυλλική επιφάνεια κάποιο από τα τρία. Στη μεταχείριση 2 εμφανίστηκαν γενικά στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυτών, αλλά όχι στην τελευταία μέτρηση. Μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης διαφορές

είχαν τα εμβολιασμένα σε KING KONG, χωρίς να ξεχωρίζουν σταθερά τα φυτά μιας εκ των δύο μεταχειρίσεων της άρδευσης.

Οι Pulgar et al. (1998) παρατήρησαν αυξημένη παραγωγή_φυλλώματος στα εμβολιασμένα φυτά, γεγονός που το απέδωσαν στην αυξημένη πρόσληψη του νερού και των θρεπτικών στοιχείων, αυξάνοντας έτσι τις διαφορές στη συγκέντρωση των φύλλων σε σχέση με τα φύλλα των αυτόριζων φυτών.

Από τα δεδομένα της παραγωγής προέκυψε πως το μεγαλύτερο αριθμό καρπών ανά φυτό στη μεταχείριση 1 είχαν τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI με μέσο όρο αριθμού καρπών 11,25 και το μικρότερο τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA με 9,5 καρπούς. Η μεγαλύτερη παραγωγή ανά φυτό προέκυψε από τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG με μέσο χλωρό βάρος καρπών ανά φυτό 1835,25 g. Τη μικρότερη παραγωγή είχαν τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA με μέσο χλωρό βάρος καρπών 1279,87 g. Στη μεταχείριση 2 τον μεγαλύτερο αριθμό καρπών ανά φυτό έφεραν τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA με 9,25 καρπούς, ενώ τα εμβολιασμένα φυτά στα υποκείμενα YEDI και KING KONG από 7,25 καρπούς. Οι μεγάλες διαφοροποιήσεις των εμβολιασμένων φυτών τόσο στον αριθμό των καρπών όσο και στο νωπό και ξηρό βάρος αυτών οφείλονται στο γεγονός ότι τα φυτά υπέστησαν stress από τις χαμηλές θερμοκρασίες κατά το άνοιγμα των παραθύρων του θερμοκηπίου. Τη μεγαλύτερη παραγωγή απέδωσαν τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA με μέσο χλωρό βάρος καρπών ανά φυτό 1265,04 g. Στα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο YEDI η παραγωγή ήταν 941,43 g και στο υποκείμενο KING KONG 1018,30 g. Ανάλογα με τον αριθμό των καρπών ήταν και τα αποτελέσματα για το νωπό βάρος αυτών, αλλά η ύπαρξη διαφορών δεν μπορεί να αποδοθεί στον εμβολιασμό δεδομένων των συνθηκών που επικράτησαν στο θερμοκήπιο κατά την εξέλιξη του πειράματος. Τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA δεν είχαν διαφορές ως προς τις μεταχειρίσεις της άρδευσης στον αριθμό των καρπών, το χλωρό και ξηρό βάρος των καρπών. Στη σύγκριση των μεταχειρίσεων της άρδευσης τα εμβολιασμένα φυτά τομάτας και των δύο υποκειμένων είχαν διαφορές και στα τρία στοιχεία της παραγωγής. Μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται στη μεταχείριση 1, αλλά και στο σημείο αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι ο προγραμματισμός της άρδευσης επηρέασε τις τιμές αυτές, εξαιτίας των συνθηκών του θερμοκηπίου κατά το άνοιγμα των παραθύρων.

Από τα αποτελέσματα των Τσουβαλτζή κ.ά. (2003) προέκυψε πως ο εμβολιασμός του υβριδίου τομάτας Sacos F1 στο υποκείμενο Primavera προκάλεσε αύξηση της παραγωγής ανά φυτό σε σύγκριση με τα αυτόριζα φυτά. Και άλλοι ερευνητές όπως οι White (1963), Leoni et al. (1990), Lee (1994), Oda (1995), Ioannou et al. (2002) και

Kacjan-Marsic et al. (2004) αναφέρουν ότι υπάρχει μια αλληλεπίδραση μεταξύ των υποκειμένων και των εμβολίων με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης σε καρπούς σε σχέση με τα αυτόριζα. Η αυξημένη αυτή απόδοση των εμβολιασμένων φυτών αποδίδεται στον μεγαλύτερο αριθμό καρπών ανά φυτό στα εμβολιασμένα φυτά ως αποτέλεσμα της ζωηρότητας του ριζικού συστήματος του υποκειμένου οπότε και της αυξημένης πρόσληψης νερού και θρεπτικών (Lee, 1994).

Ακόμα, το αποτέλεσμα ότι η διαδικασία του εμβολιασμού δεν βελτιώνει την απόδοση των φυτών φαίνεται να ταυτίζεται με το αποτέλεσμα πειράματος των Romano et al. (2001), κατά το οποίο ο εμβολιασμός πάνω στην ίδια ποικιλία τομάτας Rita δίνει την ίδια απόδοση με τα αυτόριζα.

Το πλεονέκτημα της απόδοσης των εμβολιασμένων φυτών έχει φανεί ότι είναι πιο ξεκάθαρο όταν αυτά αναπτύσσονται σε μολυσμένα (Kacjan-Marsic et al., 2004; Bersi, 2002; Παρούση και Μπλέτσος, 2003) ή σε αλατούχα εδάφη (Estan et al., 2005). Έτσι, από πειράματα που πραγματοποίησαν οι Traka- Mavrona et al. (2000) μελετώντας την επίδραση τριών υποκειμένων (TZ-148, Mamouth και Kalkabaki) στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά 4 ποικιλιών πεπονιού (Θράκη, Κόκκινη Μπανάνα, Ρεπλό, Λευκό Αμύνταιου) κατέληξαν ότι δεν υπάρχει ξεκάθαρη αλληλεπίδραση μεταξύ υποκειμένου και εμβολίου, έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση σε απόδοση καρπών.

Οι καρποί των διάφορων μεταχειρίσεων εξετάστηκαν για τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα οι καρποί της τομάτας δεν είχαν διαφορές ως προς τη συνεκτικότητα της σάρκας. Σε όλες τις μεταχειρίσεις η αντίσταση της σάρκας ήταν περίπου 2 kg. Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε λυκοπένιο είχαν οι καρποί των αυτόριζων φυτών BELLADONNA της μεταχείρισης 2 (3,61 mg/100g NB). Τη μικρότερη συγκέντρωση σε λυκοπένιο (2,02 mg/100g NB) είχαν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG της μεταχείρισης 1. Γενικά οι καρποί όλων των μεταχειρίσεων δεν εμφάνισαν διαφορές ως προς την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ. Το μεγαλύτερο και μικρότερο ποσοστό σε διαλυτά στερεά είχαν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG της μεταχείρισης 1 και 2 με 5,2% και 3,5% αντίστοιχα. Στη μεταχείριση 1 υπήρξαν διαφορές μεταξύ των αυτόριζων και των εμβολιασμένων φυτών και των δύο υποκειμένων, ενώ δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των εμβολιασμένων φυτών. Στη μεταχείριση 2 μεγάλη διαφορά είχαν τα εμβολιασμένα φυτά στο υποκείμενο KING KONG, με το μικρότερο ποσοστό σε διαλυτά στερεά 3,5% με τα αυτόριζα φυτά BELLADONNA και τα εμβολιασμένα στο υποκείμενο YEDI. Τόσο στην

οξύτητα όσο και στο pH δεν προέκυψαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Η οξύτητα (% κιτρικό οξύ) ήταν περίπου 0,4 και το pH περίπου 4,5 για όλες τις μεταχειρίσεις.

Στη μεταχείριση 1 οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG είχαν τη μικρότερη συγκέντρωση σε Fe (0,45 ppm), ενώ τη μεγαλύτερη τα αυτόριζα φυτά (0,59 ppm). Στη μεταχείριση 2 δεν υπήρξαν διαφορές. Μεγαλύτερη συγκέντρωση σε Cu είχαν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών σε YEDI και των δύο μεταχειρίσεων, που διέφεραν από τους καρπούς των αυτόριζων και των εμβολιασμένων σε KING KONG. Ως προς την περιεκτικότητα των καρπών σε Zn στη μεταχείριση 1 δεν υπήρξαν διαφορές στα φυτά. Στη μεταχείριση 2 τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα είχαν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG (0,3 ppm). Και στις δύο μεταχειρίσεις της άρδευσης τα εμβολιασμένα φυτά είχαν διαφορές τόσο μεταξύ τους όσο και με τα αυτόριζα ως προς την περιεκτικότητα των καρπών σε Ca. Μεγαλύτερη συγκέντρωση Ca στη μεταχείριση 1 είχαν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο YEDI, 18,1 ppm. Στη μεταχείριση 2 μεγαλύτερη συγκέντρωση Ca είχαν οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών στο υποκείμενο KING KONG (18,73 ppm).

Ο προγραμματισμός της άρδευσης δεν επηρέασε τη συνεκτικότητα το pH και την οξύτητα του φυτικού υλικού. Επίσης δεν επηρέασε την περιεκτικότητα σε λυκοπένιο και τα διαλυτά στερεά των εμβολιασμένων φυτών σε YEDI, την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ των αυτόριζων και των εμβολιασμένων σε YEDI. Όσον αφορά τα ανόργανα στοιχεία, μεταξύ των μεταχειρίσεων της άρδευσης υπήρξαν διαφορές στην περιεκτικότητα του Fe, του Cu και του Zn στα εμβολιασμένα φυτά σε KING KONG. Η άρδευση επηρέασε την περιεκτικότητα σε Ca των αυτόριζων και των εμβολιασμένων και των 2 υποκειμένων.

Οι Leoni et al. (1990), Romano et al. (2001) και Παρούση κ.ά. (2003) συμφωνούν πως η μορφή και η ποιότητα των καρπών δεν επηρεάζονται σημαντικά από τον εμβολιασμό. Ο Bletsos et al. (2003) αναφέρει ότι κατά τον εμβολιασμό της ποικιλίας μελιτζάνας «Τσακωνική» πάνω σε άγρια ανθεκτικά στην αδρομύκωση υποκείμενα *Solanum torvum* Sw. και *S. sisymbriifolium* Lam. δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή στην ποιότητα των καρπών.

Αντίθετα, από τα αποτελέσματα των Ioannou et al. (2002) προκύπτει ότι η ποιότητα των καρπών σε δυο πρώιμες ποικιλίες καρπουζιού (Sugar Baby και Pata Negra) που εμβολιαστηκαν πάνω σε πέντε διαφορετικά υποκείμενα (*Lagenaria siceraria* “clavata”, *Cucurbita pepo* “melopepo”, RS 841, Early P και Early M) ήταν κατώτερη από τους καρπούς των μη-εμβολιασμένων φυτών. Ακόμα, οι Τσουβαλτζής κ.ά. (2003) αναφέρουν ότι κατά τον εμβολιασμό του υποκειμένου Nova στα δυο υβρίδια τομάτας επηρεάστηκαν

τα περισσότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Στις περιπτώσεις που παρατηρήθηκε αυτή η επίδραση, αυτά μειώθηκαν με εξαίρεση το λυκοπίνιο και το pH τα οποία αυξήθηκαν.

Ανάλογη μείωση, λόγω του εμβολιασμού, έχει αναφερθεί και από τους Chung et al. (1997) για τα στερεά διαλυτά συστατικά, την ογκομετρούμενη οξύτητα και το ασκορβικό οξύ.

Επιπλέον, ο εμβολιασμός επηρεάζει σημαντικά την περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα στοιχεία (Τσουβαλτζής et al., 2003). Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην περιεκτικότητα σε Ca, καθώς η χαμηλή περιεκτικότητα σε Ca στον καρπό (<0,08% του ξηρού βάρους) έχει συσχετιστεί με την εμφάνιση της φυσιολογικής ανωμαλίας της «σήψης της κορυφής» (Grierson and Kader, 1986). Έτσι οι Τσουβαλτζής et al. (2003) αναφέρουν ότι ο εμβολιασμός στο υποκείμενο Primavera μείωσε το Ca των καρπών του υβριδίου τομάτας Sacos F1 σε συγκεντρώσεις οριακές για την εμφάνιση της φυσιολογικής ανωμαλίας «σήψη κορυφής».

Οι Traka- Mavrona et al. (2000) αναφέρουν ότι οι παράγοντες που σχετίζονται με την ποιότητα των καρπών μεταφέρονται στο εμβόλιο μέσω του ξυλώματος. Τέλος ο Lee (1994) αναφέρει ότι τα χαρακτηριστικά της ποιότητας των καρπών - όπως το σχήμα του καρπού, το χρώμα της επιδερμίδας, η υφή και το χρώμα της σάρκας του καρπού, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά κλπ - επηρεάζονται από το υποκείμενο.

Από εργασίες που υπάρχουν σε σχέση με τον προγραμματισμό της άρδευσης και συγκεκριμένα με τη συχνότητα άρδευσης των διαφόρων καλλιεργειών προκύπτουν τα εξής:

- Η υψηλή συχνότητα άρδευσης σε καλλιέργεια τριαντάφυλλων σε κλειστό υδροπονικό σύστημα οδήγησε σε αύξηση της φυλλικής επιφάνειας, αν και δεν προέκυψαν διαφορές από τη στατιστική επεξεργασία. Ωστόσο περισσότερες μετρήσεις πιθανόν να οδηγούσαν σε θετική συσχέτιση της υψηλής συχνότητας άρδευσης με τη φυλλική επιφάνεια (Katsoulas et al., 2006).

- Το χλωρό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος τριαντάφυλλων σε κλειστό υδροπονικό σύστημα ήταν μεγαλύτερο κατά την υψηλή συχνότητα άρδευσης. Όμως και γι' αυτό το στοιχείο της καλλιέργειας δεν υπήρξαν διαφορές από τη στατιστική ανάλυση (Katsoulas et al., 2006).

- Η παραγωγή αν και ήταν μεγαλύτερη στα τριαντάφυλλα της υψηλής συχνότητας άρδευσης κατά 28% σε σχέση με τη χαμηλή συχνότητα άρδευσης, ωστόσο δεν

προέκυψαν διαφορές μεταξύ των δύο μετραχειρίσεων της άρδευσης (Katsoulas et al., 2006).

- Οι Osman et al. (1997) κατέληξαν στο συμπέρασμά ότι τα φυτά κριθαριού είχαν μεγαλύτερο ύψος και υψηλότερη παραγωγή κατά την υψηλή συχνότητα άρδευσης με παράλληλη εφαρμογή 350 kg N /ha.

- Η άρδευση σε μικρότερα χρονικά διαστήματα με μικρότερη ποσότητα νερού οδήγησε στην αύξηση της παραγωγής σε καλλιέργεια τομάτας (Rinaldi, et al., 2007).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Λύκας Χ. 2004. Επίδραση των παραγόντων του μικροκλίματος στη διαχείριση του νερού σε μεσογειακά θερμοκήπια. Εφαρμογή σε υδροπονική καλλιέργεια τριαντάφυλλου. Διδακτορική διατριβή.
- Ντόγρας Κ. 2001. Ειδική Λαχανοκομία Ι, Ά μέρος. Θεσσαλονίκη. Σελ:1-39.
- Ολύμπιος Χρ. 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Αθήνα. Εκδόσεις Σταμούλης. Σελ. 25-209.
- Παρούση Γ. και Μπλέτσος Φ. 2003. Επίδραση του εμβολιασμού της καρπουζιάς στην απόδοση και αντιμετώπιση του εδαφογενούς φυτοπαθογόνου *Fusarium sp.* Πρακτικά 21^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρίας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών. Ιωάννινα, 2003, σελ: 146.
- Σφακιωτάκης Ε. 1995. Μετασυλλεκτική φυσιολογία και τεχνολογία νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων. Θεσσαλονίκη. Σελ: 64-73.
- Τσουβαλτζής Π.Ι., Σιώμος Α.Σ. και Ντόγρας Κ.Χ. 2003. Η επίδραση του εμβολιασμού στην απόδοση, πρωιμότητα και ποιότητα των καρπών δυο υβριδίων τομάτας. Πρακτικά 21^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρίας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών. Ιωάννινα, 2003, σελ: 51-53.
- Abdelhaffez A.T, H. Harssema and K. Verkerk. 1975. Effects of air temperature, soil temperature and soil moisture on growth and development of tomato itself and grafted on its own and eggplant rootstock. Scientia Hort. 3: 65-73.
- Abushita A.A., H.G. Daood and P.A. Biacs. 2000. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. J. Agr. Food Chem. 48: 2075-2081.
- Arab L. and S. Steck. 2000. Lycopene and cardiovascular disease. Am. J. Clin. Nutr. 71: 1691S-1695S.
- Asao T., Shimizu N., Ohta K. and Hosoki T. 1999. Effect of rootstocks on the extension of harvest period of cucumber (*Cucumis sativus* L) grown in non-renewal hydroponic. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 68(3): 598-602.
- Ashita E. 1930. Grafting methods of watermelons. Korea Agricultural Newsl. 4 (5).
- Ashita E. 1934. Benefits of using grafted watermelons. Korea Agricultural Newsl. 8 (7).
- Bernstein L., Brown J.W., and Hayward H.E. 1956. The influence of rootstock on growth and salt accumulation in stone fruit trees and almonds. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68: 86-95.
- Bernstein L., Ehlig C.F. and Clark R.A. 1969. Effect of grape rootstocks on chloride accumulation en leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 584-590.
- Bersi M. 2002. Tomato grafting as an alternative to methyl bromide in Morocco. Institut Agronomie et Veterinaire Hasan II. Morocco.
- Bletsos F., Thanassouloupoulos C., Roupakias D. 2003. Effect of grafting on growth, yield, and verticillium wilt of eggplant. HortScience 38(2): 183-186.
- Borochoy-Neori H. and Borochoy A. 1991. Response of melon plants to salt: 1. Growth, morphology and root membrane properties. J. Plant Physiol. 139: 100-105.
- Bulder HAM, van Hasselt PR, Kuiper PJC, Speek EJ, den Nijs APM. 1990. The effect of low root temperature in growth and lipid composition of low temperature tolerant rootstock genotypes for cucumber. Journal of Plant Physiology 138, 661-666.
- Cheeseuman J.M. 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. Plant Physiol. 87: 547-550.
- Cohen S. and Naor A. 2002. The effect of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees and predicting canopy from hydraulic conductance. Plant, Cell and Environment 25, 17-28.

- Chung H.D. 1995b. Studies on the occurrence and prevention of fermentation in melon fruit, *Cucumis melo* L. var. makuwa Mak. cv. Gumssaragi - euncheon. Res. Rep. Kyungpuk Provincial RDA, Korea.
- Chung H.D., S.J. Youn and Y.H. Choi. 1997. Effects of rootstock on yield, quality and components of tomato fruits. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 38(6): 603-607.
- Clinton S. 1998. Lycopene: Chemistry, biology, and implication for human health and disease. *Nutr. Rev.* 56: 35-51.
- Denna D.W. 1962. A simple grafting technique for Cucurbits. *Proc. Am. Hort. Sci.* 81: 369-370.
- Dorais, M., A.P. Papadopoulos and A. Gosselin, 2001. Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie*, 21: 367-383.
- Dumas Y., Dadomo M., di Lucca G. and Grolier P. 2002. Review of the influence of major environmental and agronomic factors on the lycopene content of tomato fruit. *ISHS Acta Horticulturae* 579: II Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes. (Abstract)
- Edelstein M. 2004. Grafting vegetable - crop plants: pros and cons. *ISHS Acta Horticulturae* 659: VII International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Production, Pest Management and Global Competition. (Abstract)
- Estan M.T., Martinez-Rodrigues M.M., Perez-Alfocea F., Flowers T.J., Bolarin M.C. 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *J. of Exper. Botany*, Vol 56 (412), pp: 703-712.
- FAO, 1998. Production Yearbook, Agricultural Statistics Series. FAO Rome, Vol. 52.
- Findlay B. 2001. Vegetables on improved rootstocks.
- Gerster H. 1997. The potential role of lycopene for human health. *J. Am. Coll. Nutr.* 16: 109-126.
- Grierson D. and Kader A.A. 1986. Fruit ripening and quality. In: J.G. Atherton and J. Rudish (Eds), "The tomato crop. A Scientific basis for improvement". pp. 241-280. Chapman and Hall, London.
- Ho, L.C., Adams, P., Li, X.Z., Shen, H., Andrews, J. and Xu, Z.H., 1995. Responses of Ca-efficient and Ca-inefficient tomato cultivars to salinity in plant growth, calcium accumulation and blossom-end rot. *J. Hort. Sci.* 70, pp. 909-918.
- Hong M.S. 1710. *Forest Economics*. Vol 1 pp. 38-39.
- Ioannou N., Ioannou M and Hadjiparaskevas K. 2002. Evaluation of watermelon rootstocks for off-season production in heated greenhouses. *ISHS Acta Horticulturae* 579: II Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes. ABSTRACT
- Janick J. 1986. *Horticultural science*. 4th ed. P. 339-346. W. H. Freeman & Co., New York.
- Kacjan-Marsic N. and Osvald J. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a plastic house. *Acta agriculturae slovenica*, 83 (2) pp: 243-249.
- Katsoulas N., Kittas C., Dimokas G., Lykas Ch. 2006. Effect of Irrigation Frequency on Rose Flower Production and Quality. *Biosystems Engineering*. 93 (2), 237-244
- Kim J.H. 1984. The history of horticulture development in Korea. p:257-260. Seoul Natl Univ. Press, Seoul, Korea.
- Kim H.T, Kang N.J., Kang K.Y. 1998. Selection of «PusanDaemok 1» for high yield and quality in rootstocks of cucumber. *RDA J. Hort. Sci.* 40(2):158-161.
- Kramer M. 1957. Physiological aspects of grafting solanaceous plants (in Spanish). *Biologico* 23: 73-76.
- Kramer D. 1984. Cytological aspects of salt tolerance in higher plants. In: Salinity tolerance in plants. Strategies for crop improvement. R.C. Staple; G.H. Toeniessen. (eds.). Wiley & Sons, New York, p. 21-37.

- Kushad M., Masiunas J., Smith M., Kalt W. and Eastman K. 2003. Health promoting phytochemicals in vegetables. Hort. Reviews, Vol. 28, pp: 125-185.
- Lardizabal R.D. and P.G Thompson. 1988. Hydroponic culture, grafting and growth regulators to increase flowering in sweet potato. HortScience 23: 993-995.
- Lardizabal R.D. and P.G Thompson. 1990. Growth regulators combined with grafting increase flower number and seed production in sweet potato. HortScience 25: 79-81.
- Lazof D.B. and Bernstein N. 1998. The NaCl-induced inhibition of shoot growth: The case for disturbed nutrition with special consideration of calcium nutrition. Bot. Res. 29: 115-190.
- Lee J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I, current status, grafting methods and benefits. HortScience 29: 235-239.
- Lee J.M., Bang H.J. and Ham H.S. 1999. Quality of cucumber fruit as affected by rootstocks. Acta Hrt. 483: 117-123.
- Lee S.G, K.C. Seong, J.H. Moon and K.D. Ko. 2000. Effects of root-prune insertion grafting on seedling quality and yield of watermelon. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18(2): 167.
- Lee J.M. and Oda M. 2003. Grafting of herbaceous vegetables and ornamental crops. Horticultural Reviews. Vol: 28, pp:61- 124.
- Leonardi C., P. Ambrosino, F. Esposito and V. Fogliano. 2000. Antioxidant activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. F. Agr. Food Chem. 48: 4723-4727.
- Leonardi C. and D. Romano. 2004. Recent Issues on Vegetable Grafting. Acta Hort. 631, ISHS, pp: 163-174.
- Leoni S., Grudina R., Cadinu M., Madeddu B. and Garletti M.C. 1990. The influence of four rootstock on some melon hybrids and a cultivar in greenhouse. Acta Hort. 287, 127-134.
- Madhavi D.L. and Salunkhe D.K., 1998. Handbook of vegetable science and technology (production, composition, storage and processing). Marcel Dekker, Inc.. pp:171-201.
- Masuda M., and Gomi K. 1982. Diurnal changes of the exudation rate and the mineral concentration in xylem sap after decapitation of grafted and non-grafted cucumber (in Japanese with English summary). J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 51: 293-298.
- Malundo T.M.M., Shewfelt R.L., Scott J.W. 1995. Flavor quality of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by sugar and acid levels. Postharvest Biology and Technology 6: 103-110.
- Nobuoka T., M. Oda and H. Sasaki. 1996. Effect of relative humidity, light intensity and leaf temperature on transpiration of tomato scions. J Japan. Soc. Hort. Sci., 64: 859-865.
- Oda M. 1995. New grafting method for fruit-bearing vegetables in Japan. Japan Agricultural Research Quarterly 29:187-194.
- Oda M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. www.agnet.org/library/article/eb480.html.
- Osman A. Al-Talk , Y.A. Al-Nabulsi , A.M. Helalia. 1997. Effects of water quality and frequency of irrigation on growth and yield of barley (*Hordeurn vulgare* L.) Agricultural Water Management 34 17-24
- Proebsting W.M., Hedden P., Lewis M.J., Croker S.J., Proebsting L.N. 1992. Gibberellin concentration and transport in genetic lines of pea. Plant Physiology 100, 1354–1360.
- Pulgar G., Rivero, R.M., Moreno D.A., López-Lefebvre L.R., Villora G., Baghour M. and Romero L. 1998. Micronutrientes en hojas de sandía injertadas. In: VII Simposio

- nacional-III Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas. Gárate A. (Ed.), Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, p. 255-260.
- Rinaldi M., Ventrella D., Gagliano C. 2007. Comparison of nitrogen and irrigation strategies in tomato using CROPGRO model. A case study from Southern Italy. *Agricultural water management* (87) 91 – 105
- Rivero R.M., Ruiz J.M. and Romero L. 2003a. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Food, Agriculture & Environment*. Vol. 1 (1), pp: 70-74.
- Rivero R.M., Ruiz J.M., Sanchez E., Romero L. 2003b. Does grafting provide tomato plants an advantage against H₂O₂ production under conditions of thermal shock? *Physiologia Plantarum* 117, pp: 44–50.
- Romano D. and Paratore A. 2001. Effects of grafting on tomato and eggplant. *ISHS Acta Horticulture* 559: V International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Current Trends for Sustainable Technologies. ABSTRACT.
- Ruiz J.M., Belakbir L., Ragala J.M., Romero L. 1997. Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Science of Plant Nutrition* 43, 855–82.
- Savvas, D. and Passam, H., 2002. Hydroponic production of vegetables and ornamentals. *Embryo publications*. Athens Greece. pp.218-229.
- Scheffer R.P. 1957. Grafting experiments with Fusarium wilt resistant and susceptible tomato plants. *Phytopathology* 47, 30 (Abstract).
- Shackleton D.A. 1965. Grafting tomatos. *N.Z. Comm. Gr.* 20(11): 21.
- Shimada N. and M. Moritani. 1977. Nutritional studies on grafting of horticultural crops II. Absorption of minerals from various nutrient solutions by grafting cucumber and pumpkin plants (in Japanese). *J. Japan. Soc. Soil Sci. Plant Nutr.* 48: 396-401.
- Sonneveld, C., 2000. Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture.
- Tomato crop. 2.1 Stevens M. A., Rick C.M. Chapter 2. Genetics and breeding. pp. 35-109)
- Topoleski L.D. and J. Janick. 1963. A study of graft induced alternations in eggplant. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 83: 559-570.
- Traka-Mavrona E., Koutsika-Sotiriou M., Pritsa, T. 2000. Response of squash (*Cucurbita spp.*) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). *Scientia Horticulturae*, 83, pp: 353-362.
- White R.A.J. 1963. Grafted greenhouse tomatoes give heavier crops. *N.Z. J. Agr.* 106: 247-248.
- http://smet.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=10&Itemid=44&limit=1&limitstart=2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ





